

UNIVERSITÉ DU QUÉBEC À MONTRÉAL

L'ENSEIGNEMENT DU RAISONNEMENT CONDITIONNEL: DE LA LOGIQUE
AUX NEUROSCIENCES

MÉMOIRE
PRÉSENTÉ
COMME EXIGENCE PARTIELLE
DE LA MAÎTRISE EN PHILOSOPHIE

PAR
CÉLINE VARIN

AOÛT 2007

UNIVERSITÉ DU QUÉBEC À MONTRÉAL
Service des bibliothèques

Avertissement

La diffusion de ce mémoire se fait dans le respect des droits de son auteur, qui a signé le formulaire *Autorisation de reproduire et de diffuser un travail de recherche de cycles supérieurs* (SDU-522 – Rév.01-2006). Cette autorisation stipule que «conformément à l'article 11 du Règlement no 8 des études de cycles supérieurs, [l'auteur] concède à l'Université du Québec à Montréal une licence non exclusive d'utilisation et de publication de la totalité ou d'une partie importante de [son] travail de recherche pour des fins pédagogiques et non commerciales. Plus précisément, [l'auteur] autorise l'Université du Québec à Montréal à reproduire, diffuser, prêter, distribuer ou vendre des copies de [son] travail de recherche à des fins non commerciales sur quelque support que ce soit, y compris l'Internet. Cette licence et cette autorisation n'entraînent pas une renonciation de [la] part [de l'auteur] à [ses] droits moraux ni à [ses] droits de propriété intellectuelle. Sauf entente contraire, [l'auteur] conserve la liberté de diffuser et de commercialiser ou non ce travail dont [il] possède un exemplaire.»

Remerciements

Je souhaite remercier mes co-directeurs, Serge Robert et Pierre Poirier pour leur sincère implication. Je tiens également à remercier les deux autres membres du jury, Luc Faucher et Alain Voizard. Un gros merci aux ami(e)s, qui par leur support, ont contribué à la réalisation de ce projet.

TABLE DES MATIERES

LISTE DES FIGURES.....	V
LISTE DES TABLEAUX.....	VI
RÉSUMÉ.....	VII
INTRODUCTION.....	1
PERSPECTIVE ÉPISTÉMOLOGIQUE : LE NATURALISME MODÉRÉ.....	6
1.1 L'ÉPISTÉMOLOGIE TRADITIONNELLE.....	7
1.2 LE NATURALISME.....	10
1.3 LE NATURALISME MODÉRÉ AU CŒUR DE CE MÉMOIRE.....	17
L'IMPLICATION DANS LA LOGIQUE FORMELLE.....	22
2.1 LA LOGIQUE ET LE PROBLÈME ENTRE LES NIVEAUX NORMATIF ET DESCRIPTIF.....	23
2.2 INFÉRENCE ET RAISONNEMENT.....	24
2.3 LES BIAIS DE RAISONNEMENT.....	30
DEUX THÉORIES PSYCHOLOGIQUES CLASSIQUES DU RAISONNEMENT	
DÉDUCTIF.....	33
3.1 LA PSYCHOLOGIE COGNITIVE.....	33
3.2 DÉLIMITATION DE NOTRE OBJET D'ÉTUDE.....	37
3.3 LE PARADIGME DOMINANT DANS L'ÉTUDE DU RAISONNEMENT DÉDUCTIF : LA TÂCHE DE SÉLECTION DES CARTES DE WASON ET SES DIFFÉRENTES VARIANTES.....	39
3.4 LES THÉORIES PSYCHOLOGIQUES DU RAISONNEMENT DÉDUCTIF.....	45
3.5 LES EXPLICATIONS PRAGMATICO-LINGUISTIQUES DES ERREURS DE RAISONNEMENT.....	60
3.6 DE LA PSYCHOLOGIE À LA NEUROSCIENCE COGNITIVE.....	70
LES BASES CÉRÉBRALES DU RAISONNEMENT LOGIQUE.....	72
4.1 L'ÉTUDE NEUROSCIENTIFIQUE DU RAISONNEMENT DÉDUCTIF.....	72
4.2 DEUX AIRES IMPLIQUÉES DANS LE RAISONNEMENT DÉDUCTIF.....	76
4.3 ÉTUDES NEUROSCIENTIFIQUES COGNITIVES DU RAISONNEMENT DÉDUCTIF.....	80
4.4 UNE EXPLICATION DES RÉSULTATS OBSERVÉS : LA THÉORIE DES MÉCANISMES DUAUX.....	86

4.5	UN NOUVEAU JOUEUR À CONSIDÉRER : LE RÔLE DES ÉMOTIONS.....	92
4.6	CONCLUSION DU CHAPITRE 4	95
	CONCLUSION	97
5.1	LE PROJET MÉLIORATIF DE L'ÉPISTÉMOLOGIE	98
5.2	LE PROJET MÉLIORATIF DE L'ENSEIGNEMENT DE LA LOGIQUE.....	103
5.3	LES CONCLUSIONS DE NOTRE MÉMOIRE.....	104
5.4	LE PROJET MÉLIORATIF QUE NOUS PROPOSONS.....	107
	RÉFÉRENCES.....	110

LISTE DES FIGURES

FIGURE 3.1 : VERSION DE LA TÂCHE DE HOUDÉ (2001) DANS COQUART (2004).....	43
FIGURE 4.1 : EMBLACEMENT DES AIRES DE BROCA (AVANT) ET DE WERNICKE (ARRIÈRE).	77
FIGURE 4.2 : LE LOBE PARIÉTAL.....	78
FIGURE 4.3 EFFET DE SYLLOGISMES AVEC CONTENU (CONCRET) SUR L'ACTIVATION CÉRÉBRALE GOEL (2000).....	81
FIGURE 4.4 EFFET DE SYLLOGISMES SANS CONTENU (ABSTRAIT) SUR L'ACTIVATION CÉRÉBRALE GOEL (2000).....	82
FIGURE 4.5 : TÂCHE DE FALSIFICATION D'UNE RÈGLE CONDITIONNELLE UTILISÉE PAR HOUDÉ.....	84
FIGURE 4.6 : CRÂNE DE GAGE.....	94
FIGURE 4.7 : LE LOBE FRONTAL	95

LISTE DES TABLEAUX

TABLEAU 2.1 : LA TABLE DE VÉRITÉ DE L'IMPLICATION	28
TABLEAU 3.1 : LES LIENS ENTRE IMPLICATIONS LOGIQUES ET PRAGMATIQUES	67
TABLEAU 4.1 : KAHNEMAN (2004)	89

Résumé

L'objectif de notre mémoire est d'apporter une contribution épistémologique et éventuellement pédagogique à l'enseignement de la logique. La philosophie développe des logiques formelles, des normes idéales du raisonnement, tandis que la psychologie découvre des tendances naturelles de l'esprit humain à raisonner de manière spécifique, lesquelles sont parfois conformes aux lois de la logique et, parfois pas. De quelle manière sont compatibles ces approches ? Le problème soulevé dans ce contexte, et qui est traité dans ce mémoire, est celui de la compatibilité ou de l'incompatibilité entre l'approche psychologique descriptive et l'approche philosophique normative du raisonnement. Nous développons une perspective compatibiliste et pensons ses conséquences pour la logique et son enseignement. À cette fin, nous présentons dans le premier chapitre la perspective épistémologique naturaliste modérée dans laquelle nous nous situons et qui motive notre projet. Nous verrons dans le chapitre II les normes qui régissent l'implication logique. Les résultats issus d'expérimentations psychologiques donnent lieu à différentes théories du raisonnement déductif, nous présentons au troisième chapitre deux théories psychologiques qui tentent d'expliquer nos capacités logiques intuitives, soit, la théorie de la logique mentale, ainsi que la théorie des modèles mentaux. Grâce aux techniques récentes d'imagerie cérébrale, les bases neuronales du raisonnement seront utiles afin de mieux juger de la pertinence des théories de la logique intuitive. Ces techniques d'imagerie cérébrale ont permis de découvrir plusieurs processus neuronaux intervenant dans le raisonnement et ont ainsi appuyé la théorie des processus duaux. Nous présentons cette théorie et la défendrons au chapitre quatre, en montrant ses avantages sur les théories précédentes. Enfin, au dernier chapitre, nous montrons les conséquences épistémologiques de la théorie des processus duaux et tentons une ouverture sur une éventuelle révision de l'enseignement de la logique.

Mots clés : raisonnement logique, sophisme, raisonnement conditionnel, psychologie du raisonnement, neurosciences.

INTRODUCTION

Par quel moyen raisonne l'être humain ? Quels processus mentaux lui permettent de connaître ? La philosophie s'intéresse depuis longtemps à la nature du raisonnement humain, c'est-à-dire, à la façon dont nous traitons l'information afin d'acquérir des connaissances sur le monde. On a cru jusqu'à tout récemment que raisonner, c'était appliquer les règles développées par la logique aristotélicienne (et ses quelques développements ultérieurs). Autrement dit, dans le domaine de la logique, on a plus ou moins appliqué le même principe que dans plusieurs autres domaines de la science, à savoir, s'appuyer sur l'autorité des penseurs grecs de l'Antiquité¹.

À la fin du 19^e siècle, la psychologie devient une science expérimentale, ce qui va nous amener progressivement à remettre en question certaines de nos croyances sur la nature de la pensée humaine. Grâce à des instruments technologiques de plus en plus rapides et précis, la méthode expérimentale nous conduira également à laisser de côté l'autorité de la tradition pour explorer le monde psychique. En effet, depuis les années 1980, les sciences expérimentales, dont la psychologie et la neuroscience (par les techniques d'imagerie cérébrale), notamment, nous ont permis de faire des découvertes surprenantes, et loin d'être compatibles avec nos croyances traditionnelles sur la nature du raisonnement humain. Dans la mesure où le principe logique de non-contradiction $\neg(P \ \& \ \neg P)$ demeure opérant, dans notre logique

¹ Ainsi, par exemple, la médecine a été d'inspiration fortement hippocratique jusqu'au 19^e siècle et a ainsi, pendant longtemps, peu innové.

ordinaire, il est alors important de confronter ces résultats empiriques à nos croyances épistémologiques traditionnelles.

Au cours du 20^e siècle, la philosophie et la psychologie s'opposent schématiquement de la façon suivante : la philosophie se présente comme une discipline normative dont le but est d'explicitier des normes, et plus particulièrement, trois types de normes : les normes logiques du raisonnement, les normes épistémologiques de la connaissance, ainsi que les normes éthico-politiques de l'action et de la vie en société. La psychologie se présente au contraire comme une science descriptive du fonctionnement effectif de l'esprit humain. Cette dichotomie entre les deux disciplines se répercute au niveau de la question du raisonnement dans les termes suivants : la philosophie développe des logiques formelles, des normes idéales du raisonnement, tandis que la psychologie découvre des tendances naturelles de l'esprit humain à raisonner de manière spécifique, lesquelles sont parfois conformes aux lois de la logique et, parfois pas. De quelle manière sont compatibles ces approches ? Nous verrons que ces deux types de normes, logique et psychologique, sont au cœur du processus d'enseignement.

Le problème soulevé dans ce contexte, et qui sera traité dans ce mémoire, est celui de la compatibilité ou de l'incompatibilité entre l'approche psychologique descriptive et l'approche philosophique normative du raisonnement. Trois positions sont minimalement envisageables dans cette situation. Nous présenterons les positions se situant aux extrêmes de ce continuum afin de faire ressortir les différences entre ces positions et leurs conséquences respectives, tout en gardant à l'esprit que différentes positions intermédiaires peuvent être adoptées. C'est d'ailleurs dans cet esprit que nous présenterons la troisième approche, compatibiliste, tentant de donner forme à une position intermédiaire applicable.

La première position consiste à adopter un point de vue strictement normatif, ce qui signifie que la logique est développée comme systèmes de normes formelles sans tenir compte des découvertes empiriques de la psychologie expérimentale. Les empiristes logiques, comme Carnap (1949) par exemple, soutenaient que les lois

logiques sont analytiques et *a priori*. Ils considéraient que la logique n'avait rien à voir avec les sciences empiriques qu'ils considéraient synthétiques et *a posteriori*. Cela les amènera à soutenir que la psychologie n'a rien de pertinent à dire sur la logique.

Quant à la seconde approche, elle considère exclusivement notre comportement de fait, en considérant inutiles ou inapplicables les normes développées par la logique, puisqu'elles ne correspondraient pas aux procédures effectives de notre raisonnement. Cette position est campée par exemple par Gigerenzer (2001) pour qui nous enfreignons assez systématiquement les lois de la logique, ce qui ne nous empêche pas d'être assez bien adaptés à notre environnement et d'y survivre sans trop de difficultés. Pour cette raison, l'apprentissage des normes logiques est inutile puisque plusieurs de ces normes, celles que nous avons tendance à enfreindre systématiquement, seraient elles-mêmes inutiles.

Enfin, la troisième possibilité est celle de la compatibilité entre les deux approches et celle que nous allons privilégier. Elle consiste à reconnaître la valeur de l'approche normative de la logique formelle, tout en reconnaissant également la pertinence des découvertes empiriques de la psychologie et aboutit, par le fait même, à la nécessité de réévaluer nos thèses épistémologiques sur le fonctionnement cognitif du raisonnement humain. Cette synthèse est nécessaire, croyons-nous, à l'action éducative dans le but de penser, ou repenser, les fondements de nos stratégies d'enseignement.

L'objectif de notre mémoire est d'apporter une contribution épistémologique et pédagogique à l'enseignement de la logique, et par extension, à l'enseignement du raisonnement philosophique. Nous développerons une perspective compatibiliste et penserons ses conséquences pour la logique et son enseignement.

Afin de réaliser l'objectif poursuivi par ce mémoire, il convient d'abord de présenter dans notre chapitre I la perspective épistémologique naturaliste dans laquelle nous nous situons et qui motive ainsi notre projet.

Dans la mesure où l'expérimentation psychologique et neuroscientifique porte sur certaines normes logiques particulières, qui sont également enseignées dans les cours de logique, nous verrons dans le chapitre II certaines lois logiques, notamment, celles qui régissent l'implication.

L'utilisation humaine de ces normes logiques est aujourd'hui testée en psychologie. Les résultats issus de ces expérimentations donnent lieu à différentes théories du raisonnement déductif. Nous présenterons deux des principales théories qui se disputent le monopole de l'explication à ce sujet. La confrontation de ces théories entre elles, de même que les résultats d'expérimentations neuropsychologiques, nous permettront de constater certaines incompatibilités entre les affirmations qui sont faites de part et d'autre.

Nous présenterons ensuite certaines de ces découvertes psychologiques de manière à expliciter plusieurs composantes de la logique intuitive que nous acquérons spontanément et que nous mettons en œuvre dans nos tâches de résolution de problèmes dans la vie courante. Nous présenterons ensuite quelques théories psychologiques qui tentent d'expliquer nos capacités logiques intuitives, soit, la théorie de la logique mentale de Brain et O'Brien (1998), ainsi que la théorie des modèles mentaux de Johnson-Laird (1983). Nous ferons une évaluation critique de la pertinence et des limites de chacune de ces deux théories. Grâce aux techniques récentes d'imagerie cérébrale, les bases neuronales du raisonnement seront utiles afin de mieux juger de la pertinence des théories de la logique intuitive. Ces techniques d'imagerie cérébrale ont permis de découvrir plusieurs processus neuronaux intervenant dans le raisonnement et ont ainsi appuyé la théorie des processus duaux. Nous présenterons cette théorie et la défendrons, en montrant ses avantages sur les théories précédentes. Enfin, l'objectif de ce mémoire, et ce qui en constituera son originalité, sera de montrer les conséquences épistémologiques de la théorie des processus duaux et leur portée pédagogique sur l'enseignement de la logique et de la philosophie. En nous appuyant sur les résultats récents de la neuropsychologie cognitive, ce mémoire vise donc à faire une contribution épistémologique et

pédagogique de manière à réconcilier logique intuitive et logique formelle, à améliorer l'enseignement de la logique formelle en l'appuyant sur des découvertes relatives à la logique intuitive. Ainsi, nous allons tenter de montrer comment les données issues des disciplines situées en amont du domaine de l'éducation, c'est-à-dire la logique, la psychologie et la neuropsychologie, peuvent nous guider dans notre compréhension de l'apprentissage des normes logiques.

Ce mémoire comptera les chapitres suivants : 1. Le naturalisme ; 2. L'implication dans la logique formelle ; 3. Deux théories psychologiques classiques du raisonnement déductif 4. Neuropsychologie cognitive du raisonnement et processus duaux; et quelques conséquences épistémologiques et pédagogiques de la théorie des processus duaux en guise de conclusion.

CHAPITRE I

PERSPECTIVE ÉPISTÉMOLOGIQUE : LE NATURALISME MODÉRÉ

Notre projet de recherche est épistémologique dans la mesure où notre questionnement concerne à la fois la nature des processus qui nous permettent de connaître (recherche descriptive), mais également la manière dont ces connaissances devraient être utilisées (recherche normative). D'un point de vue plus pratique, nous souhaitons que cette recherche nous renseigne sur la manière par laquelle nous acquérons nos connaissances au moyen d'inférences (étude descriptive) dans le but de nous informer sur la manière qui serait la plus appropriée pour faire acquérir ces connaissances et compétences inférentielles (étude normative et méliorative). La perspective dans laquelle nous nous situons est normative et méliorative, c'est-à-dire que nous visons à améliorer les performances des sujets humains en matière de raisonnement logique.

Afin de nous éclairer sur les présupposés qui guident notre étude, on peut s'appuyer sur la classification des courants épistémologiques d'Élisabeth Pacherie (à paraître) dans son texte *Naturalisme et justification*. Ce texte est très éclairant quant au rôle de la normativité en épistémologie. Il nous permettra également de nous situer plus précisément à l'intérieur de ce domaine de réflexion, position que nous élaborerons à la fin du présent chapitre.

1.1 L'épistémologie traditionnelle

Selon les distinctions proposées par Pacherie, le programme de recherche de l'épistémologie traditionnelle est double. Il consiste à la fois à déterminer ce qu'est la connaissance ainsi que ce qui la rend possible. Selon elle, la motivation de ce projet répond d'une part à une volonté de répondre (1) au déficit sceptique relatif à la possibilité de la connaissance, et d'autre part, (2) de proposer un projet mélioratif impliquant que l'analyse des conditions de possibilité de la connaissance nous renseigne sur la manière d'atteindre nos buts épistémologiques. Concernant la question de la justification, Pacherie nous rappelle que pour Kim (1988), la notion de justification est centrale à l'épistémologie, puisque les notions de croyance relèvent davantage de la psychologie et celle de vérité, de la sémantique et de la métaphysique. Reste alors à l'épistémologie la tâche de clarifier la notion de justification. Ceci implique que la tâche de l'épistémologue consiste à la fois à (1) préciser ce que l'on entend par « justification » et (2) à formuler les critères qu'une croyance doit satisfaire pour être dite justifiée. Le concept de justification étant normatif, il en découle que l'épistémologie est une entreprise normative. L'épistémologie traditionnelle n'est pas une théorie unifiée, mais une entreprise qui donne lieu à diverses approches par exemple le cohérentisme et le fondationnalisme, qui seront brièvement présentés dans les deux sections qui suivent. Nous verrons ensuite les courants auxquels donnera lieu l'épistémologie naturalisée qui s'opposera à l'épistémologie traditionnelle.

1.1.1 Le fondationnalisme

Le fondationnalisme se présente comme l'une des conceptions principales de l'épistémologie traditionnelle. Cette conception propose une manière de procéder afin

de mener à bien la mission justificative que s'est donnée l'épistémologie traditionnelle. Bien que le terme de « fondationnalisme » recouvre plusieurs doctrines, celles-ci partagent cependant les points communs suivants : elles offrent une (1) conception de la structure d'un système de croyances justifiées de même qu'une (2) manière par laquelle la tâche générale de l'épistémologie se spécifie en sous-tâches pour mener à bien son objectif. Selon cette perspective, le système de connaissances repose généralement sur un ensemble de croyances directement justifiées. Ces croyances jouent ensuite un rôle dans la justification des autres connaissances.

Dans le cas du fondationnalisme, la distinction qui est faite entre deux types de croyances justifiées entraînera une séparation du travail entre ces deux sous-tâches. Dans un premier temps, on retrouve les croyances *indirectement justifiées*. Une croyance indirectement justifiée est une croyance qui est justifiée en vertu des relations qu'elles entretiennent avec les autres croyances du système. Ce type de croyance nécessite une spécification de la nature des relations qu'une croyance doit entretenir avec d'autres croyances pour être indirectement justifiée. Dans un second temps, on retrouve les croyances *directement justifiées*. Elles possèdent une justification d'une autre espèce qui ne fait pas intervenir d'autres croyances. Cette forme de justification donne lieu à une recherche des conditions qui doivent être satisfaites par une croyance pour être directement justifiée. À partir de ce point, les différentes versions du fondationnalisme divergent selon la conception de la justification directe et indirecte qu'ils adoptent. Par exemple, à l'époque classique, relativement à la question de la justification immédiate, on voit se former deux conceptions maintenant célèbres, de la nature de la justification immédiate : l'empirisme et le rationalisme. Pour l'empiriste, une croyance est directement justifiée par l'expérience sensible, alors que pour le rationaliste, une croyance est au contraire directement justifiée par l'indubitabilité, l'infailibilité et l'incorrigibilité qui sont attestées par l'intuition rationnelle. En ce qui concerne la question de la justification indirecte, les versions du fondationnalisme divergent en fonction des

modes de dérivation inférentiels jugés admissibles, qu'ils soient d'ordre déductif, inductif ou probabiliste. Il existe cependant, dans l'optique de l'épistémologie traditionnelle, une autre conception qui se démarque de la première, le cohérentisme.

1.1.2 Le cohérentisme

Le cohérentisme est aussi une conception importante dans l'épistémologie traditionnelle. Elle se distingue du fondationnalisme en ce que pour elle, il n'y a pas de justification directe. Cette conception rejette aussi l'idée d'un enchaînement linéaire de justifications qui iraient de connaissances directement justifiées vers des connaissances indirectement justifiées. Pour les tenants de cette position, les croyances particulières sont justifiées si leur intégration au système de croyance, épistémologiquement premier, ne crée pas d'incohérence au sein de celui-ci. Parmi les critiques du cohérentisme, Sellars (1963) accuse la version empiriste du cohérentisme d'être sous l'emprise du « mythe du donné » qui conçoit faussement que les faits et les choses sont données à la conscience selon un mode pré-conceptuel qui servirait à justifier les croyances. Ce mythe contribue, selon Sellars, à nourrir la confusion entre les notions de causes et de raisons. Adhérer à cette idée, c'est dire que les causes demanderaient, selon McDowell (1994), des justifications, alors que les raisons nécessiteraient des causes ou des excuses. Une autre critique, que nous ne développerons cependant pas, et qui découle de la première, est celle de Davidson (1974) au sujet du dogme de la dualité du schème et du contenu, qui consiste à confondre l'ordre des causes et l'ordre des raisons.

1.2 Le naturalisme

Après avoir présenté deux tendances de l'épistémologie traditionnelle, Pacherie leur oppose l'approche naturaliste pour laquelle le cohérentisme dérive d'un dualisme injustifié entre l'ordre des causes et celui des raisons, dualisme qui sépare ainsi l'esprit du monde. Cette situation implique deux types de justifications qui répondent à des lois différentes. Selon les naturalistes, le problème essentiel de l'épistémologie traditionnelle est que le problème de la justification, tel que posé, est infructueux puisqu'il repose sur deux postulats *a priori* dont le rejet constitue un premier pas vers une solution qui consiste en une reformulation du problème. Selon l'approche naturaliste de Quine (1969), la démarche fondationnaliste repose ainsi sur deux *a priori*. Le premier est (1) de concevoir l'épistémologie comme une discipline *a priori* dont la démarche consiste en une analyse logique ou conceptuelle indépendante de la manière dont se développent les théorisations scientifiques. C'est ainsi dire qu'elle fait fi de l'histoire des sciences ainsi que des connaissances scientifiques pertinentes produites par exemple par les sciences biologiques ou psychologiques. Le second *a priori* concerne (2) les critères qui sont proposés pour la justification : ceux-ci sont logiques ou conceptuels. Selon les partisans de l'épistémologie traditionnelle, une croyance est justifiée en vertu de ses propriétés logiques et de ses relations avec les autres croyances. Les aspects psychologiques de la croyance, la genèse psychologique, sont jugés non pertinents pour la question de la justification. Il existe bien sûr différentes formes de naturalismes qui se distinguent par leur critique de l'aprioricité, soit qu'elles remettent ou non en cause le projet normatif de l'épistémologie.

1.2.1 Le naturalisme radical de Quine

Quine (1969) défend une forme radicale de naturalisme. Son principal argument pour une naturalisation de l'épistémologie est l'échec de l'épistémologie traditionnelle dans la mise au jour des fondements de la connaissance. D'après Quine, le programme fondationnaliste traditionnel est composé d'une double réduction. La réduction est dans un premier temps (1) *conceptuelle* en ce qu'elle tente, par la définition, de réduire les termes théoriques à des termes faisant référence aux aspects phénoménaux de l'expérience sensorielle. Quine s'objectera à cette réduction par son *holisme de la confirmation*. Ce que la réduction conceptuelle présuppose en fait, c'est que la signification d'un énoncé se ramène à ses conditions de vérité et que ces conditions pourraient être déterminées indépendamment de la signification des autres énoncés. Selon le *holisme de la confirmation* de Quine (1951), les énoncés qui portent sur le monde extérieur sont jugés par le tribunal de l'expérience globale. Dans un second temps (2), la réduction est *doctrinale* au sens où elle tente de réduire les vérités théoriques à des vérités concernant l'expérience sensorielle. Quine rappelle à ce propos que l'on sait depuis Hume (1748) que cette partie du programme est impossible à réaliser.

Pour Quine, deux causes expliquent l'échec du programme fondationnaliste. D'une part, l'épistémologie est incapable de fonder l'induction² et, d'autre part, elle est aux prises avec le holisme de la confirmation. Afin de pallier à cette infertilité, Quine propose de revoir notre manière de concevoir le projet même de l'épistémologie. C'est dans cet esprit que Quine propose de remplacer l'approche épistémologique traditionnelle, normative, prescriptive et *a priori* par une approche naturaliste caractérisée par une enquête psychologique descriptive et empirique. Le

² Sur laquelle il est impossible de fonder la connaissance, puisqu'elle est incertaine, non logique, nous disait Hume (1947).

naturalisme radical de Quine implique donc d'abandonner le projet épistémologique traditionnel et de s'en remettre aux sciences empiriques.

La plupart des naturalistes s'intéressent comme les épistémologues traditionnels aux relations qui existent entre théorie et données empiriques. Mais ils s'en distinguent en ce qu'ils ne proposent pas d'énoncer des critères auxquels ces mêmes relations doivent obéir afin d'être qualifiées de connaissances. Ils tentent plutôt de décrire les processus psychologiques effectifs grâce auxquels nous construisons nos théories à l'aide des données empiriques. Le projet de naturalisation de l'épistémologie de Quine est donc une réponse aux deux critiques qu'il adressait contre l'épistémologie traditionnelle, à savoir, que son mode d'approche des questions épistémologiques est inapproprié, et que ces questions sont posées de manière inadéquate. La réorientation du projet épistémologique traditionnel ne restera cependant pas à l'abri des critiques.

Deux critiques donneront naissance à une autre forme de naturalisme, plus modéré cette fois. La première critique est avancée par Kim (1988) et concerne le fait que Quine ne peut rejeter la pertinence même de l'épistémologie traditionnelle du fait de l'échec de l'approche fondationnaliste classique. En effet, pour Kim (1988), il est possible d'explorer d'autres voies tout en restant dans le cadre classique de l'épistémologie. Quine rejettera cette solution puisqu'il se conçoit comme adhérant à un empirisme purifié de ses dogmes. Deux thèses de l'empirisme demeurent en effet irréductibles selon Kim : (1) toute donnée considérée par la science doit être d'ordre sensoriel et (2) toute injection de signification dans les mots doit en fin de compte reposer sur des données des sens. La seconde objection contre le projet de Quine concerne le fait qu'en substituant des questions psychologiques aux questions épistémologiques traditionnelles, on procède non pas à une naturalisation de l'épistémologie, mais à un changement de sujet. Pour Kim (1988) en rejetant l'aspect normatif de l'épistémologie traditionnelle, Quine rejette la notion essentiellement normative de justification et avec elle celle de fondement nécessaire à la connaissance. Mais le point de contact essentiel entre l'épistémologie traditionnelle et

l'épistémologie naturalisée est leur intérêt pour les relations entre données sensorielles et théories. Pour Kim (1988), il est clair que Quine joue sur les mots puisqu'il s'intéresse en réalité aux relations causales qu'entretiennent ces deux types de données, tandis que l'épistémologie traditionnelle s'intéresse aux relations normatives.

Kim ne croit pas qu'il y ait lieu de se demander si ce projet que propose Quine est une *meilleure* façon de faire de l'épistémologie parce que pour Kim, le projet de Quine n'est tout simplement pas de l'épistémologie, puisque ce dernier abandonnerait la question de la normativité. En réalité, il n'est qu'en partie exacte de dire que Quine tente de mettre de côté toute question normative. Il est vrai que son texte de (1969) peut nous laisser croire qu'il est pour un rejet des questions normatives, mais Quine (1986) affirme que la naturalisation de l'épistémologie ne remet pas en cause la normativité et exclut une description non critique des procédures. Dans une réponse à Morton White, Quine (1998) écrit :

La naturalisation de l'épistémologie ne rejette pas le normatif et elle opte pour la description objective des procédures qui ont cours. Pour moi, l'épistémologie normative est une partie de l'ingénierie. C'est la technologie de la recherche de la vérité, ou dans des termes épistémologiques plus prudents, de la prédiction. Comme toute technologie, elle fait un usage libre de tout résultat scientifique qui peut convenir à la tâche. Elle se sert des mathématiques en calculant des écarts-types et des probabilités d'erreur et en détectant le sophisme du parieur. Elle se sert de la psychologie expérimentale en présentant des illusions perceptuelles, tout comme de la psychologie cognitive en détectant les désirs que nous prenons pour la réalité. Elle se sert de la neurologie et de la physique, de manière générale, en écartant les témoignages provenant de sources occultes ou parapsychologiques. Il n'est pas ici question de valeur ultime, comme en morale : il est question d'efficacité en vue d'un autre objectif, la vérité ou la prédiction. Le normatif ici, comme ailleurs en ingénierie, devient descriptif lorsque le dernier paramètre est exprimé. (notre traduction)

Il est utile ici de distinguer deux types de normativité. Le premier type de normativité est lié à l'aprioricité, alors que le second type de normativité est a

posteriori. Ces deux types de normativité impliquent cependant un souci mélioratif. Pour Pacherie, s'il est clair que Quine rejette le projet de l'épistémologie traditionnelle si ce dernier consiste à déterminer, *a priori*, les normes de justification des croyances, il ne rejette par pour autant la possibilité d'évaluer le mérite épistémologique des procédures de formation de croyances.

1.2.2 Les formes modérées du naturalisme

Les épistémologies naturalistes modérées se présentent donc comme une tentative de préserver l'aspect normatif du projet épistémologique traditionnel. Nous rappellerons seulement brièvement que Quine proposait une conversion de l'épistémologie à la psychologie suite à son constat de l'échec du projet de l'épistémologie traditionnelle. Ceux que Pacherie appellera les naturalistes modérés, que Kitcher (1992) appellera les naturalistes traditionnels et que Kim (1988) appellera les nouveaux naturalistes, ont tous en commun d'être, comme Quine, habités d'un désir de voir injecter un peu ou beaucoup de psychologie dans l'épistémologie. Les naturalistes modérés reprochent à l'épistémologie traditionnelle d'avoir, et c'est un euphémisme, perdu de vue que la question centrale de l'épistémologie se doit d'être la suivante : « Comment la connaissance est-elle possible *pour des êtres tels que nous dans un monde tel qu'il est ?* » La formulation d'une réponse adéquate à cette question implique de prendre en compte à la fois, les capacités et les limitations des systèmes cognitifs que nous sommes, ainsi que la nature du monde dans le quel nous vivons. Alors que dans l'approche traditionnelle, la justification n'est considérée que du point de vue logique, sans égard aux aspects psychologiques et causaux des croyances. Les antécédents causaux sont ici vus à la fois comme des événements internes à l'agent cognitif, ainsi que des événements externes appartenant au monde. Les formes de naturalisme se distingueront dans la mesure où elles exigent la prise en

compte seulement des antécédents causaux internes, ou de tous les antécédents, qu'ils soient internes ou externes.

Pacherie soutient comme plusieurs autres que l'approche naturaliste trouve certaines de ses sources dans le problème de Gettier (1963), dont la solution a mené à l'idée que des conditions autres que la justification logique sont nécessaires pour combler l'écart entre connaissance et croyance vraie justifiée, conditions qui sont d'ordre psychologique, c'est-à-dire, qui portent sur les processus qui causent et maintiennent la croyance. Il en découle que la quête normative de l'épistémologie se doit de prendre en compte la dimension psychologique de la connaissance si elle désire la justifier. Les développements des sciences cognitives dans divers domaines comme le langage, la mémoire, l'apprentissage et la résolution de problèmes procurent à l'approche naturaliste les moyens de ses ambitions, en lui fournissant des références de plus en plus précises et nombreuses sur les mécanismes psychologiques concernés. Les approches naturalistes modérées conservent ainsi les dimensions normatives et mélioratives de l'approche traditionnelle, mais en mettant au centre de leurs recherches la cognition humaine. Cette idée prend forme pour Kitcher (1992) dans une compréhension de la qualité épistémologique de la performance humaine, mais également par une spécification des stratégies grâce auxquelles il nous est possible d'améliorer nos états cognitifs.

1.2.2.1 Le fiabilisme

Le fiabilisme est l'une des formes du naturalisme modéré. Être fiabiliste, c'est soutenir la thèse selon laquelle le statut épistémique d'une croyance (le fait qu'elle soit ou non justifiée) est dépendant de la fiabilité des processus qui la produisent. La fiabilité est définie comme la tendance d'un processus à produire des croyances qui ont la propriété d'être vraie plutôt que fausse. Pour le naturaliste fiabiliste, la justification peut en partie s'analyser en termes de conditions que les processus psychologiques doivent satisfaire pour pouvoir être reconnus responsables de la production de la croyance. Les données issues des travaux en psychologie cognitive

peuvent en effet jouer à la fois un rôle négatif et un rôle positif dans la formulation des conditions devant être satisfaites par ces processus psychologiques. Le rôle négatif, pour commencer, consiste à délimiter le domaine des possibles sur la base des limitations du système cognitif humain. Le rôle positif, quant à lui, consiste à expliciter les raisons que nous avons de penser que nos processus cognitifs effectifs offrent une garantie satisfaisante sur le plan épistémologique. Poser la question du rapport entre ce que sont nos processus psychologiques effectifs et ce qu'ils devraient être afin de nous conduire à la formation de croyances justifiées est une autre façon de voir la chose.

1.2.2.2 Le psychologisme

D'un point de vue évolutionnaire, selon les « psychologistes », nos processus mentaux sont ce qu'ils doivent être. Cela implique que l'épistémologue psychologue tente de décrire la nature de nos processus mentaux dans le but de déterminer les propriétés communes aux croyances justifiées. Pacherie identifie deux types d'arguments habituellement avancés en faveur du psychologisme : l'argument de la rationalité inévitable ainsi que l'argument darwinien.

L'argument de la rationalité inévitable est défendu sous une forme ou une autre par Davidson (1974), Dennett (1978), Quine (1960), Harman (1982) et, sous une forme plus faible, par Kim (1988). Cet argument précise qu'une description intentionnelle des états cognitifs chez les autres êtres humains se doit de postuler que la personne en question se conforme aux mêmes normes de rationalité qui sont les nôtres. Le raisonnement de Harman (1982) repose sur un type de principe du tiers exclu qui prend la forme suivante : s'il n'y a que les êtres rationnels qui raisonnent comme nous, alors, les êtres qui raisonnent différemment de nous nous paraîtraient inintelligibles et non rationnels. Cela implique que les normes du raisonnement sont aussi, d'une certaine façon, la manière dont nous raisonnons dans les faits. Ce dont il s'agit ici, c'est du principe de charité tel que défini par Davidson selon lequel nous ne pouvons interpréter rationnellement le comportement ou le discours des autres, sans

postuler que ces derniers obéissent aux mêmes normes de rationalité que nous. Dans cette optique, le postulat de la rationalité de l'autre est une condition nécessaire pour interpréter son comportement et son discours.

En ce qui concerne l'argument darwinien, Pacherie se base sur Stich (1990) qui s'oppose lui-même à l'idée générale défendue par des gens comme Quine (1969), Dennett (1981) et Fodor (1981). Selon eux, la valeur adaptative des croyances vraies est plus grande que celle des croyances fausses. L'idée générale qui est partagée par les tenants de cette position est que lorsque nous avons des croyances vraies, nous sommes plus en mesure de survivre dans notre environnement et que des croyances fausses risquent davantage de mettre en danger notre survie. Là-dessus, le contre-argument de Stich est à l'effet que le développement de la théorie de l'évolution montre que la sélection naturelle n'est pas un agent optimisateur, de sorte que les croyances vraies ne sont pas nécessairement toujours plus adaptatives que celles qui sont fausses. Dans le même ordre d'idées, et dans le sens de Boyer (2001), les croyances religieuses, dont au moins certaines sont fausses, puisque multiples et souvent incompatibles entre elles, subsistent néanmoins, étant donné la cohésion sociale qu'elles assurent et leur contribution, par le fait même, à la survie du groupe.

1.3 Le naturalisme modéré au cœur de ce mémoire

Après avoir fait les distinctions conceptuelles précédentes relativement à différentes positions épistémologiques sur la question de la normativité, on peut dire que notre projet de mémoire se situe dans une approche naturaliste modérée, si on se réfère à la terminologie de Pacherie (à paraître) ou naturaliste faible, selon la terminologie de Stich (1993). Notre approche se dissocie du projet de l'épistémologie traditionnelle que nous considérons infructueux puisqu'il repose sur des normes *a priori*, dissociées des faits. Cette épistémologie traditionnelle échoue en effet à

prendre en compte les limites de la cognition humaine et du monde extérieur avec lequel nous transigeons. Cette critique concerne tout autant la version fondationnaliste et la version cohérentiste de l'épistémologie traditionnelle. En effet, la version cohérentiste, tout comme la version fondationnaliste, donne aussi lieu à un dualisme oppositionnel entre les normes et les faits, en opposant les causes et les raisons, séparant ainsi le monde psychologique du monde physique. Nous ne souscrivons pas davantage au naturalisme dans la forme que propose Quine, car, en rejetant l'aspect *a priori* de l'épistémologie traditionnelle, il a tendance à rejeter l'aspect normatif dans l'étude de nos mécanismes cognitifs.

Un dialogue est possible et nécessaire entre les lois de la logique et les faits psychologiques pour que soit possible un projet pédagogique visant à améliorer les performances logiques des sujets humains. Ceci, à l'instar de Kant qui, bien loin de les diviser, rapprochait les aspects descriptifs de la science et normatifs de la philosophie. Kant (1781) soutenait que l'intuition qui nous permet de connaître et qui est construite à partir de notre perception serait, sans les concepts, aveugle. Inversement, sans l'intuition, les concepts sont vides puisque sans contenu empirique. À la suite de Kant (1781) et dans un contexte épistémologique, Lakatos (1978) critique Popper (1973) en disant que l'histoire des sciences (descriptive) sans la philosophie des sciences (normative) est aveugle alors que la philosophie des sciences est vide sans l'histoire des sciences. Similairement, nous croyons que face à la nécessité pratique d'une pédagogie de l'enseignement du raisonnement, c'est-à-dire d'une action éducative en cette matière, celle-ci est aveugle sans la psychologie du raisonnement et sans la logique normative du raisonnement valide. Aussi, la logique normative du « comment on doit raisonner » est inutile d'un point de vue pratique sans la psychologie du « comment nous raisonnons », de même que la psychologie du raisonnement n'a ni fondement ni histoire sans la logique qui lui préexistait. La psychologie et les neurosciences sont d'une aide certaine en ce qu'elles constituent une source d'informations empiriques qui doit servir de boucle de rétroaction dans le processus de perfectionnement de nos théories pédagogiques.

Notre projet se situe dans une approche naturaliste modérée dans la mesure où nous tentons de concilier normes logiques et faits psychologiques dans un but mélioratif de l'enseignement de la logique. Notre mémoire vise à poursuivre cet objectif mélioratif relativement à l'enseignement de la logique. Voyons précisément la forme que prendra le naturalisme modéré au cœur du présent mémoire.

La dichotomie kantienne entre intuition et concept est une forme de la distinction entre fait et norme, qu'il élabore dans le contexte du développement de sa théorie de la connaissance. Chez Lakatos, on retrouve la même dichotomie entre fait et norme, mais à propos de la complémentarité entre l'histoire des sciences et la philosophie des sciences, c'est-à-dire, de son point de vue, entre épistémologie descriptive et épistémologie normative. Quant à notre projet, il tient à reprendre la complémentarité entre les normes et les faits, mais cette fois-ci, à propos de l'étude du raisonnement logique.

1.3.1 Le caractère normatif de notre naturalisme : le rôle des normes logiques dans notre recherche

Les normes logiques constituent pour le raisonnement un idéal inférentiel. Les normes seules ne sont pas applicables, car vides. Les normes logiques sont nécessaires en premier lieu comme critère pour interpréter les résultats des expériences, en effet, pour qu'une expérience soit significative, il ne suffit pas de décrire ce que les sujets ont fait, encore faut-il déterminer si ce qu'ils ont fait est logiquement valide ou pas. Donc, les normes logiques sont nécessaires pour interpréter les résultats. Par ailleurs, ces normes sont également nécessaires pour améliorer le comportement des sujets puisqu'ils sont l'objectif de performance vers lequel nous souhaitons les amener. Par contre, sans appuyer ces normes sur les faits, elles seraient vides, pour reprendre l'expression de Kant ou de Lakatos, ce qui

signifie dans notre contexte qu'elles seraient inapplicables, ou trop idéales pour être atteintes par des sujets normaux. Compte tenu de ces arguments sur la nécessité des normes, nous ne pouvons opter pour une épistémologie naturaliste radicale.

1.3.2 Le caractère descriptif de notre naturalisme : le rôle des données empiriques dans notre recherche

Relativement à un projet mélioratif comme le nôtre, nous verrons que la psychologie cognitive récente nous montre que les sujets humains ont tendance à faire des erreurs logiques de raisonnement de manière systématique, que la présentation des seules normes ne suffit pas et qu'il faut tenir compte des résultats des expériences faites à ce sujet. Par ailleurs, pour tenir compte de la terminologie de Kant et de Lakatos, on doit dire que ne tenir compte que des expériences de psychologie cognitive, sans les interpréter à la lumière des normes, rendrait les expériences aveugles et ne permettrait pas de développer un projet mélioratif. On retrouve un naturalisme radical proche parent de celui de Quine (1969) chez Gigerenzer (2001), selon lequel les normes logiques ne sont pas respectées par les sujets, non pas par défaut de logique, mais par un problème au niveau de l'interprétation. Cette position présuppose que la sélection naturelle est un mécanisme qui intervient systématiquement dans toutes nos conduites et qui fait en sorte que la nature fait bien les choses sans intervention humaine, que les faits peuvent se passer de normes. Considérant plutôt que la sélection naturelle est un mécanisme complexe et différencié, qu'elle ne joue pas tout le temps ni partout, notre projet est méliorativiste et ne peut être compatible avec un naturalisme radical.

1.3.3 Le caractère mélioratif de notre naturalisme

Notre perspective en est une selon laquelle l'intervention humaine planifiée peut contribuer à l'amélioration de notre adaptation à notre environnement. Ceci nous amène à un projet méliorativiste où nous considérons que les normes logiques, en plus d'être valides, sont efficaces pour améliorer nos conditions de survie et sont accessibles à des sujets normaux. Pour ce faire, il faut cependant tenir compte des performances effectives des sujets, telles que la psychologie cognitive nous les révèle, et ce, conformément aux contraintes cérébrales que ces sujets possèdent, et que les neurosciences commencent à nous révéler. Notre projet méliorativiste s'inscrit ainsi dans une perspective naturaliste modérée ou faible. Pour réaliser ce projet, nous devons donc passer par les étapes suivantes : d'abord, la présentation des normes du raisonnement logique (chapitre II) ensuite, quelques résultats de la psychologie cognitive relative aux performances de sujets humains dans des raisonnements logiques (chapitre III) et enfin, des résultats neuroscientifiques sur les assises cérébrales du raisonnement. Après ce cheminement, nous serons finalement en mesure d'en tirer des conséquences sur notre projet mélioratif.

CHAPITRE II

L'IMPLICATION DANS LA LOGIQUE FORMELLE

Comme nous l'avons vu dans notre introduction, la logique est une discipline normative. Elle explicite des règles qui rendent logiquement valides les raisonnements, c'est-à-dire des règles qui à partir de prémisses vraies, permettent de tirer des conclusions vraies. Nous commencerons par identifier et situer les normes logiques qui sous-tendent l'élaboration des tests effectués par les psychologues, et ce, relativement à l'ensemble de la logique et du raisonnement. Dans ce deuxième chapitre, nous présentons les lois logiques qui régissent l'implication. Le troisième chapitre présentera les études expérimentales réalisées par des psychologues du raisonnement, basées sur la manière effective par laquelle les sujets humains ont tendance à faire le raisonnement implicatif. Ces expériences s'appuient sur les normes de l'implication et évaluent dans quelle mesure les sujets humains les respectent ou en dérogent en faisant des erreurs inférentielles. Nous verrons le contexte dans lequel s'insère la distinction entre norme logique et fait psychologique. Cette distinction nous permettra ensuite d'argumenter en faveur de la nécessité d'un dialogue interdisciplinaire entre logique, psychologie et neurosciences cognitives sur la confrontation des données de ces sources diverses.

2.1 *La logique et le problème entre les niveaux normatif et descriptif*

La logique peut-être vue d'une part comme une discipline normative exprimant les normes constitutives d'un système formel, et d'autre part, dans un sens descriptif, en tant qu'étude du fonctionnement effectif du raisonnement humain. Un dictionnaire d'usage de la langue française comme le Petit Robert, témoigne d'ailleurs de ces deux acceptions. Dans un premier temps, il parle de la logique comme étant une « science dont l'objet est l'étude formelle des *normes* de la vérité ». Et dans un deuxième temps, « façon effective dont les gens raisonnent, et ce, indépendamment de la précédente définition. »

Ainsi, dans l'utilisation courante du terme, la dichotomie entre normatif et descriptif apparaît. Ces deux définitions témoignent d'emblée d'une dichotomie entre étude normative et étude descriptive dont il nous faut voir ici les contours et les points de contact. Le premier usage fait état d'une étude des normes. Nous constatons ensuite la problématique, et donc intéressante, définition du concept de « norme » auquel nous renvoyait la première définition de la logique comme étude formelle des *normes* de la vérité. Dans un premier temps, une norme est définie en termes de (1) « type concret ou formule abstraite de ce qui doit être ». Mais ce terme fait également référence à (2) l'« état habituel, conforme à la majorité des cas. », en parlant de moyenne.

Le premier sens mentionné renvoi à la logique, discipline au sein de la philosophie qui a pour tâche de formuler les règles nécessaires du raisonnement *idéal* (étude normative). Le second sens renvoie davantage au domaine de la psychologie qui a quant à lui pour objectif de décrire le comportement *réel* des êtres humains (étude descriptive). C'est donc ici que se met en place le problème entre fait et norme puisqu'il s'agit de réconcilier ces deux approches de la situation. Celles-ci sont loin d'être irréconciliables et il nous est même permis de croire qu'il est nécessaire de mettre leurs données respectives en commun afin d'obtenir une meilleure

représentation de ce qui est le effectivement cas. Nous étudierons les termes de cette dichotomie et tenterons de montrer qu'il est possible et souhaitable de les réconcilier dans un projet mélioratif à la base de l'enseignement.

Il est intéressant d'étudier cette dichotomie dans la mesure où le concept de norme nous permet de situer par la suite les erreurs commises, de même que les pathologies qui correspondent dans cette optique à des déviations par rapport à la norme. Mais surtout, il est intéressant de comprendre ce qui se passe et de tenter d'y remédier dans la mesure où nous croyons que l'atteinte de la norme est quelque chose de désirable.

Nous nous pencherons sur l'étude normative du raisonnement logique implicatif ou conditionnel, car ce dernier fait l'objet d'expériences décrites au troisième chapitre. Les théories psychologiques du raisonnement seront développées afin d'expliquer les résultats de ces expériences.

2.2 Inférence et raisonnement

L'une des composantes fondamentales de la cognition humaine est notre capacité à effectuer des inférences. Comment, en effet, nous serait-il possible de faire de la science, des mathématiques, de la logique ou du droit sans cette capacité à *induire*, c'est-à-dire, tirer des lois générales d'un ensemble de cas particuliers, puis ensuite *déduire*, soit appliquer ces règles générales induites ou stipulées à certains cas particuliers ? Nous verrons dans cette section ce qu'est une inférence ainsi que ses diverses manifestations, sous forme d'arguments ou de raisonnements, inductifs ou déductifs. C'est la forme déductive des raisonnements qui nous intéressera plus particulièrement par la suite. Chacune de ces catégories d'inférences ouvre sur une tradition de recherches en psychologie : la tradition des biais et heuristiques, pour le

raisonnement inductif, et la tradition des sophismes de l'implication, ouverte par Wason, à propos du raisonnement déductif.

L'inférence peut être définie en termes de mécanismes cognitifs de traitement de l'information réalisé à l'aide d'une règle. Faire une inférence, c'est partir d'une information donnée et aboutir à une information dérivée suite à l'application d'une ou plusieurs règles. Les animaux partageraient cette compétence inférentielle avec l'être humain lorsqu'ils réagissent à une perception par une action. Le *raisonnement* est pour sa part la forme conceptuelle de l'inférence qui se trouverait uniquement présente chez l'être humain.

Le *raisonnement* est habituellement considéré comme la forme plus abstraite de l'inférence, celle qui s'exprime dans un langage, où l'information donnée est appelée « prémisses » et l'information tirée appelée « conclusion ». L'*argument* est la forme linguistique, orale ou écrite, de ce mécanisme inférentiel. L'inférence peut être immédiate, c'est-à-dire constituée d'une seule prémisse qui mène à la conclusion, ou médiate (ou syllogisme), composée de deux ou plusieurs prémisses dont découle une conclusion. Les deux principales formes de raisonnement sont le raisonnement déductif et le raisonnement inductif. Nous verrons celui-ci en premier lieu. Notons cependant qu'il existe des formes plus complexes de raisonnement, comme l'abduction qui nous permet, face à un certain effet dont nous possédons la règle, de parvenir à la cause. Voyons brièvement l'induction afin d'introduire l'étude du raisonnement déductif qui est pour sa part certain ou valide.

Le raisonnement inductif est un type de raisonnement créatif, c'est-à-dire qui crée dans la conclusion de l'information nouvelle qui n'était pas présente dans les prémisses. Il est incertain en vertu de ses caractères ampliatif et non monotone. Le raisonnement inductif est ampliatif dans la mesure où la conclusion ajoute une nouvelle information qui n'était pas contenue dans les prémisses. On dit également que l'induction est non monotone parce que l'ajout de nouvelles informations aux prémisses peut changer la valeur de vérité de la conclusion. C'est pour ces deux raisons, soit ses caractères ampliatif et non monotone, que l'on ne peut assigner qu'un

degré de probabilité à l'induction. L'induction procède d'une généralisation, c'est-à-dire qu'elle vise l'établissement d'une conclusion générale sur la base de l'observation d'un ensemble de cas particuliers³. Le raisonnement probabiliste est un exemple de raisonnement inductif⁴.

2.2.1 Le raisonnement déductif

Ce mémoire s'attardera plutôt au raisonnement déductif, ou logique. La déduction procède d'une particularisation qui consiste à appliquer une règle générale à des cas particuliers. Le raisonnement déductif, lorsqu'il respecte les lois de la logique, est certain en vertu de son caractère non ampliatif et monotone. Le raisonnement déductif est dit « non ampliatif » en vertu du fait que la conclusion n'ajoute pas de nouvelle information, mais explicite plutôt une information déjà implicitement comprise dans le contenu des prémisses. Le raisonnement déductif est également monotone, puisque l'ajout de nouvelles informations aux prémisses n'a pas d'impact sur la valeur de vérité de la conclusion. Pour ces deux raisons, contrairement à celles que l'on retrouve dans l'induction, le raisonnement déductif est certain, c'est-à-dire qu'il a une probabilité de 1, ou encore, qu'il est valide.

Le syllogisme est une inférence médiate qui contient plus d'une prémisses, ce sont les relations entre les prémisses qui permettent de tirer une conclusion. Les syllogismes catégoriques, de même que les syllogismes hypothétiques, sont les deux formes de raisonnement déductif les plus étudiées en psychologie du raisonnement

³ L'*abduction* est, comme l'induction, une forme de raisonnement incertain dont il ne sera pas question ici.

⁴ Ce type de raisonnement est étudié au niveau neuro-anatomique où l'on note par exemple une plus grande activation dorsolatérale gauche (BA 8 et 9) selon une étude de Goel (2004).

déductif. Le raisonnement conditionnel est une inférence médiate, tout comme le syllogisme catégorique, et est aussi appelé syllogisme « hypothétique ». Rappelons maintenant les règles de base des syllogismes catégoriques et hypothétiques.

2.2.1.1 Le syllogisme catégorique

Le syllogisme simple de type catégorique est formé de deux prémisses et d'une conclusion, cette dernière découle logiquement de l'application d'une règle, celle de l'implication en l'occurrence. Les deux prémisses contiennent trois termes différents dont un moyen terme qui permet de faire un lien entre le premier et le troisième terme au sein de la conclusion.

Ce type de raisonnement intrapropositionnel traite de la relation entre les termes à l'intérieur des deux prémisses. Voyons cet exemple de syllogisme déductif où les trois termes sont « homme », « mortel » et « les Athéniens ». Le moyen terme étant « homme » :

1. Tous les *hommes* sont mortels (prémisse 1 : universelle affirmative)
2. Tous les Athéniens sont des *hommes* (prémisse 2 : universelle affirmative)
3. donc tous les Athéniens sont mortels (conclusion : universelle affirmative)

2.2.1.2 Le raisonnement conditionnel

Les syllogismes non-catégoriques, auxquels les syllogismes hypothétiques ou inférences conditionnelles appartiennent, traitent de relations interpropositionnelles, soit, entre les propositions d'un argument.

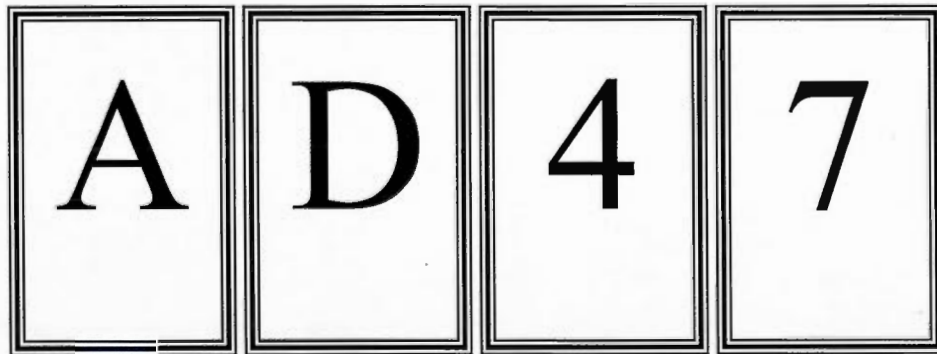
La majeure du syllogisme hypothétique est de la forme *si P, alors Q*, ou formellement, $(P \supset Q)$ où « P » est l'antécédent et « Q » le conséquent. Le syllogisme hypothétique est composé de trois éléments. La première prémisse est une (1) majeure qui pose une hypothèse comme relation d'implication entre l'antécédent et le conséquent, ensuite, une (2) deuxième prémisse, la mineure, qui affirme ou nie l'antécédent ou le conséquent et finalement, une (3) conclusion qui affirme ou nie l'antécédent ou le conséquent.

1. majeure (l'antécédent « P » implique le conséquent « Q »)
2. mineure (il est le cas que P, ou bien il n'est pas le cas que P, ou bien il est le cas que Q, ou bien il n'est pas le cas que Q)
3. conclusion (il est le cas que P, ou bien il n'est pas le cas que P, ou bien il est le cas que Q, ou bien il n'est pas le cas que Q)

	P	\supset	Q
Rangée 1	V	V	V
Rangée 2	V	F	F
Rangée 3	F	V	V
Rangée 4	F	V	F

Tableau 2.1 : La table de vérité de l'implication

Voici un exemple qui a d'ailleurs été beaucoup utilisé en psychologie expérimentale du raisonnement déductif puisqu'il constitue le paradigme dominant, il s'agit de la tâche de sélection des cartes de Wason (1968) :



Il y a quatre cartes ci-dessus. Chaque carte comprend une lettre d'un côté et un chiffre de l'autre. Dans cette expérience, la tâche consiste à demander aux sujets de vérifier si la règle suivante s'applique : Si d'un côté d'une carte il y a une voyelle, alors

il y a un chiffre impair de l'autre côté. Quelles sont les cartes que vous devez retourner pour vérifier si la règle est respectée ?

Il faut tout d'abord savoir que nous cherchons un cas faux qui falsifierait la règle. Il n'y a qu'un cas faux dans la table de vérité de l'implication. Ce cas correspond à l'éventualité où il y aurait une voyelle, situation que nous appellerons « P », d'un côté d'une carte et au dos de laquelle nous ne trouverions pas un chiffre impair (il y aura donc un chiffre pair), ce qui correspond à la situation « non Q ».

Il y a deux formes valides du raisonnement conditionnel, lesquelles découlent directement de la table de vérité de l'implication. La première forme valide est le *modus ponendo ponens* (ou MPP, qui signifie : « en posant, je pose »). Dans le cas où $(P \supset Q)$, l'affirmation de P m'autorise à conclure que Q. Cette forme correspond à la première rangée de la table de vérité ci-dessus, alors que la seconde rangée exprime le cas où le *modus ponens* n'est pas réalisé.

La seconde forme valide du syllogisme hypothétique correspond à la quatrième rangée de la table de vérité qui représente le *modus tollendo tollens* ((MTT), qui signifie : « en niant, je nie »), où devant la règle $(P \supset Q)$, la négation de Q, m'autorise et me contraint à conclure qu'il n'est pas le cas que P $(\neg Q \supset \neg P)$. Le cas faux qui correspond à cette forme est le cas où je conclus que P, alors qu'il n'est pas le cas que Q. Cette forme fautive correspond encore une fois à la seconde rangée de la table de vérité.

Il y a deux formes non valides du raisonnement conditionnel que l'on appelle les sophismes de l'implication, l'expression « sophisme » réfère à une erreur logique. Le premier des sophismes consiste en la négation de l'antécédent, où, devant la règle selon laquelle $(P \supset Q)$, je conclurais de manière erronée que non-Q à partir de la négation de P. En effet, dans le cas où nous avons non-P dans nos prémisses, l'implication permet d'obtenir tout aussi bien Q que non-Q en conclusion (voir les rangées 3 et 4 de la table de vérité).

Le second sophisme est celui de l'affirmation du conséquent, qui consiste quant à lui, devant la règle $(P \supset Q)$, à conclure faussement que P, à partir de l'affirmation de Q. En effet, lorsque nous avons Q dans nos prémisses, nous pouvons obtenir en conclusion tout autant P ou non-P (voir les rangées 1 et 3 de la table de vérité).

En résumé :

1. $((P \supset Q) \& P) \supset Q$ [MPP valide]
2. $((P \supset Q) \& \neg Q) \supset \neg P$ [MTT valide]
3. $((P \supset Q) \& Q) \supset P$ [sophisme de l'affirmation du conséquent, non valide]
4. $((P \supset Q) \& \neg P) \supset \neg Q$ [sophisme de la négation de l'antécédent, non valide]

2.3 Les biais de raisonnement

Dans leur *Dictionnaire de philosophie*, Durozoi et Roussel (1990) définissent le concept d'« erreur » comme un : « acte ou état d'un esprit qui donne pour vrai ou existant ce qui est faux ou inexistant », de manière involontaire, qu'ils opposent au concept de mensonge, qui est pour sa part intentionnel.

Historiquement, les philosophes ont souvent fait la distinction suivante entre sophisme et paralogisme : les *sophismes* sont des erreurs de raisonnement commises de façon à tromper délibérément, alors que les *paralogismes* supposent la bonne foi de l'interlocuteur. Mais comme on l'aura déjà remarqué, nous utilisons le terme de « sophisme » pour caractériser toutes les formes d'erreur de raisonnement, peu importe l'intention du sujet, notre usage du terme « sophisme » est celui que l'on utilise le plus souvent dans la littérature scientifique contemporaine.

Selon l'épistémologie génétique de Piaget (1970), les êtres humains normalement constitués atteignent le stade de la pensée formelle dès l'adolescence. De sorte que tous les adultes humains auraient la capacité d'utiliser correctement les lois de la logique sans éducation systématique et sans commettre d'erreurs

systématiques. Cependant, certaines études empiriques en psychologie du raisonnement, que nous décrirons dans le prochain chapitre, entrent en contradiction avec la théorie piagétienne puisqu'elles indiquent à la fois que les adultes humains ont une certaine capacité à raisonner, mais qu'ils le font en commettant des erreurs systématiques dans des tâches de raisonnement par ailleurs très simples. La notion de « biais de raisonnement » est utilisée par les psychologues pour parler de ces erreurs systématiques qu'ils observent lorsque nous répondons à des tests de raisonnement.

Cette situation pose deux problèmes. Le premier relève de la modélisation psychologique des processus de raisonnement en ceci que les théories psychologiques doivent rendre compte des diverses erreurs de raisonnement. La psychologie cognitive se penche sur ces questions en tentant de comprendre et d'expliquer la nature des erreurs de raisonnement que nous commettons systématiquement relativement aux modèles normatifs de la rationalité. La question se pose alors de savoir pourquoi il existe une différence entre nos comportements logiques effectifs, la façon dont nous raisonnons dans les faits, et les normes de la rationalité logique, c'est-à-dire la manière dont nous *devrions* raisonner. Quelle est la nature des interactions possibles entre la psychologie du raisonnement et les canons du raisonnement tels qu'établis par les logiciens ? Comment la croyance selon laquelle nous respectons les lois de la logique formelle est-elle compatible avec le fait selon lequel nous avons des tendances à commettre systématiquement les mêmes erreurs ? C'est là un fait que ces erreurs, nous les faisons, et cela constitue une atteinte majeure aux conceptions traditionnelles du raisonnement qui ne prévoyait pas cette éventualité dans leur théorie explicative.

Le second problème est d'ordre plus général et philosophique à la fois : les différentes erreurs de raisonnement remettent-elles en cause la notion de rationalité des agents ? En effet, comment peut-on prétendre que la logique est une théorie de la rationalité humaine alors qu'il est établi expérimentalement que les sujets commettent systématiquement des erreurs dans certains types de raisonnements ? Soit nous ne sommes pas rationnels, soit nous sommes rationnels, mais notre rationalité n'est pas

logique (bien la logique intuitive est différente de la logique formelle). Dans la mesure où nous adopterons cette dernière interprétation, la question est ici de savoir ce qu'il en est de la relation entre logiques intuitive et formelle. Comment norme idéale et description de fait interagissent en nous ?

Nous venons de voir les normes de la logique formelle qui sous-tendent les tests en psychologie expérimentale relativement au raisonnement conditionnel. Voyons à présent les théories dominantes en psychologie du raisonnement, lesquelles traitent de la manière dont nous raisonnons dans les faits : la théorie de la logique mentale et la théorie des modèles mentaux. Nous verrons maintenant les tests auxquels donnent lieu ces lois logiques et comment ces tests nous aident à évaluer les mérites comparatifs des deux théories auxquelles donnent lieu ces résultats.

CHAPITRE III

DEUX THÉORIES PSYCHOLOGIQUES CLASSIQUES DU RAISONNEMENT DÉDUCTIF

3.1 La psychologie cognitive

Durant des milliers d'années, logique et psychologie étaient regroupées sous l'égide de la philosophie. Ayant chacune leur domaine de recherche elles étaient néanmoins liées par la problématique de l'esprit. Ce n'est qu'à la fin du 19^e siècle que la psychologie se détache de la philosophie par l'importance qu'elle accorde à la méthode expérimentale, puis, tout au long du vingtième siècle, par la constitution d'un langage, d'un corps de théories, de résultats expérimentaux et de présupposés qui lui sont propres. La psychologie se conçoit alors comme une des sciences naturelles. Face à la montée du naturalisme et de l'experimentalisme en psychologie, la réaction de certains philosophes tels que Frege (1879), Russell (1903) et Husserl (1900) a alors été de tenter de préserver la logique d'un empiètement possible de ces nouveaux investigateurs qui viendraient compromettre leur entreprise. La logique est à leur sens une discipline normative dont l'objet principal est la manière dont l'être humain *doit* raisonner, alors que la psychologie est une enquête empirique sur la manière dont les êtres humains raisonnent dans les faits. Tout dialogue entre logique

et psychologie serait alors inutile et vain puisque référant à des phénomènes complètement différents et irréconciliables. Evans (1994) écrit à ce propos qu'

[...] avec la séparation de la psychologie et de la philosophie, la logique en est venue à être vue davantage comme une théorie normative du raisonnement déductif, c'est-à-dire une théorie sur la façon dont des conclusions valides peuvent être tirées, alors que l'étude psychologique se concentre sur les résultats du comment les gens raisonnent actuellement et qu'est-ce qui les amène à faire des erreurs. (p. 4, notre traduction)

En effet, l'objet de la logique est l'étude des normes du raisonnement idéal, alors que celui de la psychologie est l'étude descriptive des processus de raisonnement effectifs. C'est dans ce contexte d'une scission forte entre l'étude factuelle du raisonnement chez les sujets humains et l'étude normative du raisonnement par la logique que certains psychologues cognitivistes comme Peter Wason et Philip Johnson-Laird vont étudier comment, dans les faits, des sujets humains traitent habituellement le raisonnement logique.

La psychologie cognitive se met en place dans les années 1960, en faisant contrepoids au béhaviorisme qui était alors le cadre de recherche principal en psychologie expérimentale, si nous faisons abstraction de l'école de Jean Piaget à Genève et des psychologues gestaltistes en Allemagne (lesquels sont, peut-on dire, des cas de cognitivisme avant l'heure). Alors que le courant béhavioriste tourne exclusivement son attention vers ce qui est observable, soit, en l'occurrence, les stimuli et les réponses comportementales, le cognitivisme place l'esprit humain au centre de sa démarche, en tentant d'utiliser les stimuli et les réponses observées pour inférer les mécanismes mentaux qui auraient pu générer les réponses. La psychologie cognitive s'insère dans le projet plus général des sciences cognitives qui, depuis les années 50 et 60, se sont attachées à l'étude des systèmes intelligents dans leurs aspects représentationnels et computationnels.

Selon Xavier Seron (2002), le projet des sciences cognitives a donné lieu à différentes façons de mener à bien cette enquête. Une première façon consiste à élaborer une théorie abstraite des processus étudiés sans se préoccuper de la réalisation concrète de cette théorie, que ce soit dans un organisme biologique ou artificiel. La seconde approche consiste à étudier l'intelligence réalisée dans des machines artificielles alors que la troisième consiste quant à elle à étudier l'intelligence humaine ou animale afin d'élaborer des théories des processus intelligents, tels qu'ils se manifestent dans les organismes. Si la première approche est utilisée par les logiciens et philosophes, la seconde est associée aux informaticiens, alors que la dernière est celle des psychologues.

On retrouve encore ici les positions normatives, les positions descriptives et des positions intermédiaires. Le pôle normatif représente la tendance à œuvrer à un niveau théorique sans avoir recours à un nombre important de données empiriques, alors que le pôle descriptif a davantage tendance à négliger les aspects normatifs, en les considérant comme des idéaux rarement réalisés. Les informaticiens et les pédagogues sont en position de prendre conscience de la nécessité d'une intégration de ces deux pôles, de par les problèmes pratiques auxquels ils sont confrontés. Nous croyons que cette situation vaut également pour le problème qui nous concerne. D'une part, en effet, la logique est nécessaire en tant que théorie des conditions optimales du raisonnement, mais d'autre part, la psychologie et les neurosciences s'avèrent nécessaires pour décrire des conditions effectives de réalisation du raisonnement qu'il s'agit de comprendre et reproduire. La pédagogie, quant à elle, doit faire en sorte que les élèves (ou tout autre apprenant) atteignent un degré optimal du raisonnement, mais elle est également confrontée quotidiennement aux conditions effectives de sa réalisation, et doit alors intégrer ces deux pôles.

La recherche en psychologie cognitive est basée sur l'observation du comportement des sujets dans la réalisation de tâches spécifiques. En ce qui nous concerne, ces tâches porteront sur le raisonnement déductif. La réponse que produira le sujet présuppose un stimulus et une tâche. Le paradigme dominant en psychologie

comprend une analogie entre esprit et ordinateur, et traite de l'esprit comme d'un *programme*. Les sujets sont considérés comme réalisant un programme lorsqu'ils traitent un stimulus et produisent une réponse. Les questions auxquelles il convient alors de répondre sont les suivantes : quelle fonction est réalisée par ce programme ? Grâce à quel algorithme cette fonction est-elle réalisée dans la condition dans laquelle le sujet se trouve ? Comment ces algorithmes changent-ils en fonction de différentes variables ? De quelle manière cet algorithme et les représentations qui y sont liées sont-ils implémentés dans le cerveau ? Cette dernière question est abordée par la neuropsychologie, que nous aborderons au quatrième chapitre.

Dans les deux citations qui suivent, Seron (2002) constate que les chercheurs réalisent de plus en plus l'importance d'une étude des bases cérébrales de ces « programmes cognitifs » que nous tentons de cartographier. Rejetant ainsi la séparation entre les questions cognitives (fonction et algorithme) et leur implémentation (niveau neurologique). Aussi, remarque-t-il la dialectique entre neuropsychologie cognitive et psychologie cognitive.

[...] un nombre croissant de chercheurs abordent aujourd'hui la question de l'implémentation d'une manière plus directe, partant du principe qu'un examen des conditions matérielles de réalisation des programmes cognitifs pourrait exercer une influence sur l'élaboration des théories du niveau cognitif. (p. 10)

Cette dialectique s'exprime dans les objectifs que Seron assigne à la psychologie cognitive :

1. « décrire l'architecture fonctionnelle des différents systèmes de traitement de l'information implantés dans le cerveau. »
2. « préciser la nature des représentations sur lesquelles s'effectuent ces traitements. »
3. « spécifier les calculs accomplis par les différentes composantes de traitement repérées dans les architectures cognitives. »

Ces trois objectifs sont effectivement ceux que visent les théories psychologiques du raisonnement dont nous allons traiter dans le présent chapitre. Dans la perspective présentée par Seron, nous tenterons de faire le lien entre la psychologie cognitive du raisonnement, dont nous traiterons dans le présent chapitre, et leurs bases neuronales, traitées dans le prochain chapitre.

3.2 Délimitation de notre objet d'étude

Au niveau psychologique, selon Politzer (1991), l'étude du raisonnement peut être découpée en deux niveaux d'analyse. On dit du premier niveau qu'il est celui des raisonnements longs qui forment la macrostructure du discours. Ces derniers relèvent de la stratégie et se rencontrent dans des tâches d'acquisition de connaissances, de démonstration, de résolution de problème, d'argumentation et dans certains apprentissages. Le second niveau est celui des raisonnements courts ou immédiats qui composent le niveau précédent. Transformer une proposition en une autre proposition logiquement équivalente, produire la conclusion d'un syllogisme, rechercher des informations nécessaires au test d'une hypothèse ou appliquer un schéma (changer un seul facteur à la fois) sont des exemples de raisonnements courts. C'est à ces raisonnements courts que nous nous intéresserons ici dans la mesure où ils sont les parties constitutives des raisonnements longs. Ces derniers se présentent comme un bon point de départ, mais surtout parce que les études portent principalement sur ce niveau.

Concernant ces raisonnements courts, une théorie cognitive du raisonnement déductif doit, selon Andler (2004), expliquer quatre ordres de phénomènes. Elle doit (1) dans un premier temps rendre compte des compétences déductives présentes chez les individus, mais (2) aussi des erreurs qu'ils commettent, (3) de la distribution de ces erreurs de même que (4) l'influence exercée sur elles à la fois par le contenu et le

contexte. Pour Andler, deux types de théories abordent ces quatre ordres de phénomènes. Les théories du premier type englobent les théories cognitives du raisonnement déductif qui tentent d'expliquer une capacité cognitive indépendamment des autres, le raisonnement est alors étudié de façon locale, par opposition à une étude globale à laquelle se livrent les théories du second type qui rendent compte des conditions dans lesquelles s'exercent les capacités dont les théories du premier type tentent de rendre compte, mais aussi les bases sur lesquelles reposent ces capacités. Éventuellement, une seule théorie pourra intégrer les théories des deux types ou les deux sortes de mécanismes. Ainsi, les trois grandes théories du raisonnement du premier type sont selon Andler : la théorie de la logique mentale, la théorie des schémas pragmatiques ainsi que la théorie des modèles mentaux. Dans la mesure où l'un de nos objectifs est de voir les réaménagements théoriques qu'impliquent les expérimentations neuropsychologiques du raisonnement, notre intérêt se portera plus spécifiquement sur les théories de la logique mentale et des modèles mentaux, puisque ce sont ces deux théories qui, comme nous le verrons, sont testées au niveau neuroanatomique (par Goel et al. (2000)). Cela nous permettra ainsi de confronter les théories psychologiques à notre fonctionnement neurologique.

Mentionnons enfin que la psychologie du raisonnement est habitée par deux courants, l'un qui s'intéresse à la certitude de la logique déductive, et l'autre à l'incertitude et au caractère probabiliste des raisonnements inductifs. Nous nous intéresserons dans le présent mémoire à l'étude du raisonnement déductif, dont l'expérience type est depuis plus de 40 ans la tâche de sélection des cartes de Wason, que nous présenterons dans le présent chapitre. Mais nous verrons que la théorie des mécanismes du raisonnement tend à intégrer les deux courants dans son modèle explicatif.

3.3 Le paradigme dominant dans l'étude du raisonnement déductif : la tâche de sélection des cartes de Wason et ses différentes variantes

Les études cognitives au début du vingtième siècle visaient surtout à comprendre les processus mentaux mobilisés dans les tâches de déduction et elles remontent à Wilkins (1928) et Woodworth et Sells (1935). La méthodologie était à l'époque essentiellement la même que celle qui est utilisée en psychologie aujourd'hui : dans un laboratoire, les sujets doivent, devant des prémisses pouvant être analysées dans les termes de la logique standard, évaluer la validité logique des raisonnements. Trois procédés sont utilisés à cette fin. Dans un premier cas, la conclusion est présentée et on demande aux sujets de dire si elle découle ou non des prémisses. Dans un second cas, on demande de trouver la conclusion valide parmi une liste de conclusions possibles. Développée plus tard, une troisième méthode consiste à ne présenter aucune conclusion et à demander aux sujets de trouver la conclusion appropriée.

Aujourd'hui, bien que la psychologie du raisonnement soit, comme le souligne Jonathan Evans (2003), critiquée pour son manque d'homogénéité théorique, elle est cependant irréprochable quant à l'unité de son matériel, de ses méthodes et des énoncés linguistiques qu'elle utilise. Ceci est en large partie dû à la tâche de sélection des cartes qui a été élaborée par le psychologue Peter Wason en 1968, laquelle est devenue un exemple paradigmatique de l'étude du raisonnement déductif. Cette tâche est encore aujourd'hui abondamment utilisée et disponible en plusieurs variantes. Nous verrons qu'il existe principalement trois types de règles utilisées et sur lesquelles reposent les différentes variantes de la tâche : abstrait, sans contenu sémantique ou concret et avec contenu sémantique. Ces expériences de psychologie cognitive, ainsi que les résultats auxquels elles donnent lieu, ont servi de terreau pour l'élaboration de diverses théories psychologiques du raisonnement déductif. Ces théories cherchent toutes à rendre compte des erreurs à partir du comportement

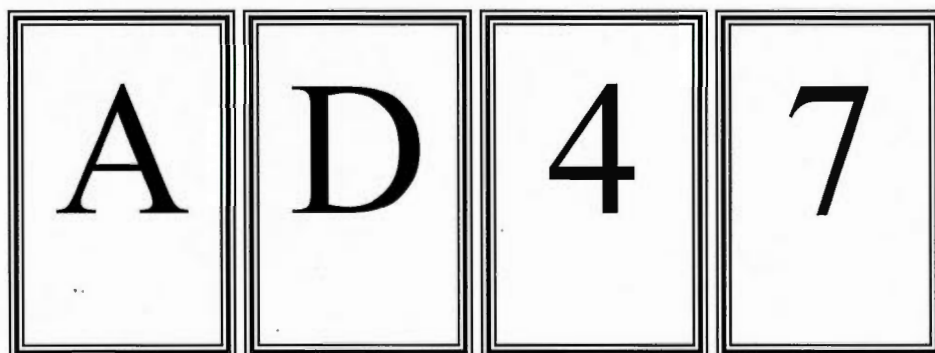
effectif des individus. L'enjeu de ce débat est le rôle de la logique dans le comportement des êtres humains, mais également la possibilité et la nécessité de son apprentissage, si nous croyons que celui-ci contribue à un meilleur raisonnement général dans la vie quotidienne. Nous verrons que plusieurs versions de la tâche se sont développées. Nous verrons que Goel (2000) utilise une version abstraite et une version concrète des syllogismes et que Houdé (2001) utilise une version abstraite de la tâche de sélection des cartes.

Nous ne pouvons toutes les traiter, mais nous présenterons quatre versions. Les deux premières versions sont celles sans contenu sémantique, la première concerne le syllogisme, la seconde l'implication. Les deux secondes versions sont les syllogismes et l'implication avec contenu sémantique.

3.3.1 Les variantes sans contenu sémantique

Un syllogisme sans contenu sémantique utilise des variables telles que des lettres : A, B et C, c'est-à-dire des expressions sans référence précise, comme dans l'exemple suivant : Tous les A sont B, Certains C sont A, Donc certains C sont B. Nous verrons avec Goel (2000) dans le chapitre suivant quels sont les résultats des sujets.

La tâche de sélection des cartes de Wason (1968) est une version abstraite, c'est-à-dire sans contenu sémantique de l'implication. Cette dernière porte sur quatre cartes qui sont telles que chacune possède un chiffre d'un côté et une lettre de l'autre, c'est cette version que nous avons d'ailleurs utilisée au chapitre précédent pour présenter les lois logiques du raisonnement conditionnel. Cette tâche consiste à présenter aux sujets quatre cartes sur lesquelles ils peuvent voir respectivement A, D, 4 et 7.



Dans une version de la tâche de Wason (1968), on présente aux sujets la règle suivante : « s'il y a une voyelle d'un côté d'une carte, alors il y a un nombre impair de l'autre côté ». On demande alors aux participants quelles cartes il est nécessaire de retourner pour vérifier si la règle est bien respectée. Conformément aux lois de l'implication, présentées au chapitre précédent, la réponse à laquelle s'attendent les expérimentateurs est la suivante : A et 4. Nous avons vu que les deux types valides de raisonnement sont le *modus ponendo ponens* et le *modus tollendo tollens*. En effet, pour vérifier le raisonnement par *modus ponens*, il faut retourner la carte A (affirmation de P) pour s'assurer qu'il y a bien un nombre impair de l'autre côté (affirmation de Q). Les gens choisissent presque toujours, et avec raison, la carte « A ». Par ailleurs, les sujets doivent, pour vérifier la présence du *modus tollens*, retourner la carte 4 (négation de Q) pour s'assurer qu'il n'y a pas de voyelle de l'autre côté (négation de P). Les sujets choisissent cette combinaison logiquement valide (A et 4) dans seulement 10% des cas.

On sait grâce à la table de vérité de l'implication qu'il est inutile de retourner la carte D qui correspond à (non P), puisqu'elle peut à la fois posséder un nombre impair ou un nombre pair de l'autre côté sans enfreindre la règle. De la même façon, il n'est pas utile de retourner la carte 7 (Q) parce qu'elle peut autant avoir à son dos une voyelle (P) qu'une consonne (non P). Les sujets choisissent souvent la carte A ou les cartes A et 7 qui correspondent aux éléments cités dans la règle, soit, une voyelle

(A) et un nombre impair (7). On nomme cette faute biais d'appariement (voir ci-dessous).

Houdé et al. (2000, 2001) utilisent la tâche de réfutation des règles conditionnelles de Evans (1989). Dans cette version abstraite de la tâche, la règle déductive est la suivante : « S'il n'y a pas de carré rouge à gauche, alors il y a un cercle jaune à droite. » Sur un écran d'ordinateur où les sujets peuvent voir différentes formes de différentes couleurs, les sujets sont ensuite invités à sélectionner, à l'aide de la souris, deux formes qui rendent la règle fausse. Dans cette version, le niveau de difficulté augmente de deux façons. La première partie de la règle est plus corsée puisqu'elle est négative. De plus, on demande aux sujets d'indiquer dans quels cas la règle est fausse plutôt que vraie. La règle déductive présentée est alors la suivante : « *S'il n'y a pas* de carré rouge à gauche, alors il y a un cercle jaune à droite. » La tâche en est donc une de réfutation d'une règle conditionnelle et 90% des sujets échouent. En effet, ils reprennent les éléments cités dans la règle plutôt que de chercher, conformément à la table de vérité de l'implication, un antécédent vrai et un conséquent faux. Ils sont confrontés à deux difficultés nouvelles, soit d'une part, d'être devant une règle négative, et d'autre part, de devoir identifier les conditions qui la rendent fausse.

Goel (2004) critique cette expérience de Houdé (2001) qui considère réaliser une simple variante de la tâche, alors qu'en fait il incorpore deux variables supplémentaires dans cette variante, sans se donner les moyens de les distinguer et de départager leurs effets respectifs.

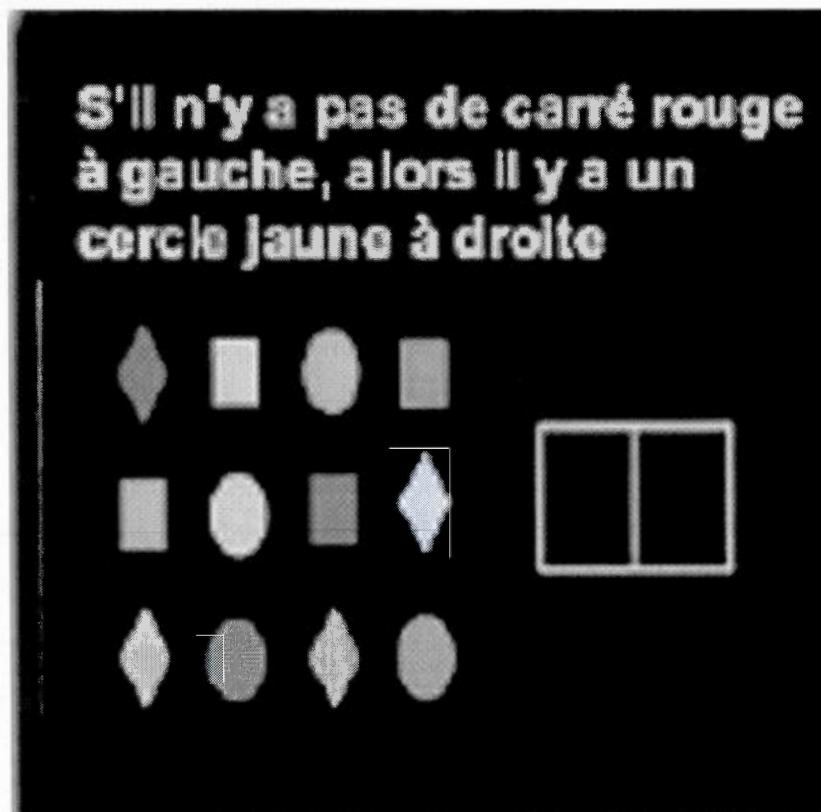


Figure 3.1 : Version de la tâche de Houdé (2001) dans Coquart (2004)

Pour expliquer le taux élevé d'échec devant ces variantes, Evans (1993) introduit la notion de biais d'appariement perceptif. Le biais d'appariement perceptif consiste, comme nous l'avons déjà indiqué, à répondre en reprenant les éléments cités dans la règle et donc à les considérer comme des éléments pertinents pour la réponse. Ce dernier biais serait dû au fait que les sujets se laissent distraire par la perception des éléments cités dans la règle en ne voyant pas clairement que la règle contient un antécédent négatif et que le but de l'exercice est de vérifier si la règle est fausse plutôt que vraie.

3.3.2 Les variantes avec contenu sémantique

Contrairement au syllogisme abstrait ou sans contenu sémantique dont nous venons de discuter, un syllogisme est dit être « avec contenu » lorsqu'il réfère à des termes qui ont une référence assez précise, ou concrète, par exemple : Tous les hommes sont mortels, Socrate est un homme, Donc Socrate est mortel.

Alors que la performance des sujets à la version abstraite de la tâche de sélection des cartes est faible, on remarque que la performance à la version concrète, ou avec contenu sémantique, est plus élevée. Cette version concrète de la tâche de sélection possède la même structure logique que la version sans contenu, à la différence que les cartes illustrent des situations concrètes. Il existe différentes versions de cette tâche, les données sont maintenant les suivantes : on dit au sujet qu'il est portier dans un bar de Boston et qu'il risque de perdre son emploi s'il ne veille pas à appliquer la règle suivante : « si une personne boit de la bière, alors elle doit avoir plus de vingt ans. » Chaque carte décrit la situation d'une personne, de manière telle que d'un côté, elle indique ce que la personne boit et de l'autre, son âge. Comme dans la tâche précédente, on demandait aux sujets quelles sont les cartes qui doivent être retournées pour vérifier si la règle est respectée. Et tout comme dans la tâche précédente, les sujets sont devant quatre cartes : une personne qui a plus de vingt ans, une personne qui a moins de vingt ans, une personne qui boit de la bière et une personne qui boit une liqueur douce. Dans une telle tâche, les sujets réussissent à 73% (Griggs et Cox 1982) en s'assurant que la personne jeune ne boit pas de bière et que la personne qui boit de la bière a plus de vingt ans.

Dans une offensive contre la conduite en état d'ébriété, les officiers des services de police du Massachussetts révoquent allègrement les permis d'alcool. Vous êtes un portier dans un bar de Boston, et vous allez perdre votre emploi si vous n'appliquez pas correctement la règle suivante :

« Si une personne boit de la bière, alors elle doit avoir plus de 20 ans. »

Les cartes ci-dessous contiennent de l'information à propos de quatre personnes assises à une table dans votre bar. Chaque carte représente une personne. Un côté de la carte vous dit qu'est-ce que la personne boit, et l'autre côté de la carte vous dit quel est l'âge de la personne. Identifiez seulement les cartes que vous devez définitivement retourner pour déterminer si l'une ou l'autre de ces personnes enfreint la loi.

Boit de la bière	Boit du Coca Cola	A 25 ans	A 16 ans
------------------	-------------------	----------	----------

3.4 Les théories psychologiques du raisonnement déductif

Pour expliquer les résultats obtenus dans des expériences comme celle des cartes de Wason, les psychologues ont développé deux types principaux de théories du raisonnement déductif. Le premier type, syntaxique, est basé sur des règles d'inférences : c'est la théorie de la logique mentale. Le second, sémantique quant à lui, se base sur des modèles que le sujet se construirait : c'est la théorie dite « des modèles mentaux ».

La théorie traditionnellement dominante du raisonnement humain est la théorie de la logique mentale (qu'on appelle aussi « la théorie du raisonnement à base de règles » (*rule-based reasoning*)). Cette théorie constitue la réponse simple et très ancienne selon laquelle l'être humain raisonnerait en obéissant à des lois de la pensée.

Les philosophes ont cru pendant longtemps que l'être humain raisonnait en appliquant les règles de la logique formelle développée par Aristote. Nous confondions alors les questions normatives, concernant ce qui doit être en matière de raisonnement, et les questions descriptives (concernant ce qui est) puisqu'on croyait en effet que la théorie normative guidait notre raisonnement effectif⁵. Selon cette théorie, notre capacité de raisonnement serait une capacité syntaxique à manier des symboles en respectant les lois de la logique (d'où son nom de « logique mentale »). Cette capacité serait innée pour certains auteurs comme Fodor (1975) et Chomsky (1957), alors que Piaget (1970) croit qu'elle est acquise par adaptation.

Une version récente de cette théorie de la logique mentale, reposant sur l'utilisation de règles d'inférences, a été défendue par Braine, Reiser et Romain (1984). Selon ces auteurs, les sujets humains n'utiliseraient que des règles syntaxiques lorsqu'ils font des déductions : le sens des propositions ne serait pas pris en compte. Le *modus ponens* est un exemple de l'une de ces règles syntaxiques. Ainsi, selon cette conception, la structure de la logique mentale serait celle de la logique classique (plus particulièrement, la logique des propositions et la logique des prédicats du premier ordre). Cette thèse implique alors que la logique de la pensée est propositionnelle, c'est d'ailleurs l'idée que défendait Piaget (1970). Cependant, les échecs au test de Wason suggèrent que le raisonnement n'est pas conforme aux lois de la logique classique : en effet, il y a un écart important entre les théories normatives et les performances des individus face à diverses tâches de raisonnement, une autre explication de la compétence doit alors être recherchée.

C'est dans le sillon du cognitivisme que nous avons pris conscience des résultats des tests psychologiques montrant que nous faisons très souvent des erreurs de raisonnement, ce qui remet sérieusement en cause la thèse de l'application des règles de l'utilisation systématique de la logique, laquelle n'explique pas ce genre

⁵ Peut-être cette situation est-elle due au manque de distance provoqué par le fait que philosophie et psychologie n'étaient qu'une seule et même discipline.

d'observation. La théorie des modèles mentaux, qui s'oppose à la théorie de la logique mentale, est plus nettement sémantique que syntaxique, puisqu'elle soutient que nous construisons mentalement, à partir du contenu sémantique des énoncés constituant le raisonnement, un modèle de la situation représentée dans le raisonnement. Suite à diverses observations et recherches empiriques, Philippe Johnson-Laird (1983) conclut que même les individus les plus forts en logique ne sont pas à l'abri d'erreurs de raisonnement, lesquelles sont même assez systématiques et prévisibles. C'est dans une tentative d'expliquer ces diverses erreurs de raisonnement qu'il développe sa théorie des modèles mentaux, dans les années 1970 et 1980, comme alternative à la théorie de la logique mentale. Il s'agit donc ici de rendre compte des causes d'erreurs qui ne sont pas envisagées par la théorie de la logique mentale.

En plus des théories de la logique mentale et des modèles mentaux, il existe aussi une autre théorie qui cherche à expliquer les résultats observés : la théorie des schémas pragmatiques. Mais, malgré sa position mitoyenne, nous ne l'aborderons pas ici elle s'attarde de manière trop spécifique à l'explication des erreurs reliées à la version abstraite de la tâche de sélection des cartes. Mais aussi, parce que cette théorie n'est pas testée au niveau neuroanatomique par les auteurs que nous verrons dans le chapitre suivant.

3.4.1 La nouvelle théorie de la logique mentale

La théorie de la logique mentale a connu récemment une nouvelle version que nous allons maintenant présenter, soit, celle des psychologues Braine, Osherson et Rips (1994). Selon eux, nous manipulons des règles formelles d'inférence qui seraient utilisées de façon syntaxique sur la forme abstraite des prémisses formulées initialement en langage naturel. Le rôle de la syntaxe serait de spécifier les règles qui

doivent être appliquées afin de former des énoncés corrects. C'est la forme syntaxique des prémisses qui guiderait le choix de la règle d'inférence à appliquer. La conclusion est le résultat de l'application de la règle au contenu des prémisses de départ. Ces processus syntaxiques sont postulés comme étant nécessaires et suffisants pour raisonner.

Selon Braine et al. (1998), le raisonnement contient trois éléments, soit une structure représentationnelle et deux étapes de traitement de l'information : un répertoire de schémas, suivi des deux étapes de traitement suivantes : un processus de compréhension, ainsi qu'un programme de raisonnement.

(1) La structure représentationnelle est un *répertoire de schémas*, lequel est constitué de règles de déduction simples pouvant être utilisées au cours du processus de raisonnement. Ce répertoire spécifie les formes d'inférences, la manière dont les connecteurs peuvent être utilisés ainsi que la manière de procéder pour passer d'une étape de raisonnement à une autre. Chacun des schémas d'inférence correspond à une inférence particulière qui précise la conclusion qui doit découler de la configuration particulière des informations présentées par les énoncés, selon leur forme syntaxique. Braine et al. (1998) postulent que ces schémas sont universellement acquis assez tôt chez l'enfant par l'intermédiaire des mots que nous utilisons dans le cadre de notre usage courant du langage. De cette acquisition précoce découlerait la possession des schémas par tous les êtres humains.

(2) Puisque les schémas d'inférence utilisent l'information tirée de la forme abstraite des prémisses, il s'ensuit que le processus de compréhension (la première étape de traitement) est très important pour le déroulement de la séquence de raisonnement. En raison des différences qui existent entre les structures linguistiques et syntaxiques des prémisses, les informations du problème de raisonnement à résoudre doivent d'abord être décodées et comprises selon la forme spécifiée par les schémas d'inférence. Cette étape de compréhension passe par une tâche de traduction, dans la mesure où la conclusion n'advient que s'il y a une isomorphie entre la représentation syntaxique de l'information des prémisses et celle contenue dans l'un

des schémas d'inférence. De par son importance, cette étape de compréhension nécessaire au raisonnement n'est pas totalement étrangère à la présence d'erreurs.

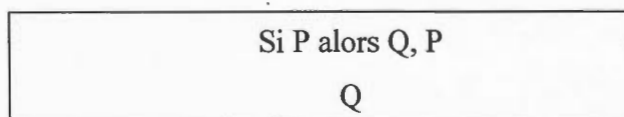
(3) Enfin, Braine et al. définissent une seconde étape de traitement par laquelle passe un problème de raisonnement, celle d'un programme de raisonnement. Ce programme est composé d'une routine, de même qu'un ensemble de stratégies. Le programme crée une chaîne de schémas d'inférence en choisissant les schémas appropriés, selon la structure syntaxique dégagée des prémisses formulées en langage naturel. Cette phase permettrait le passage de la forme abstraite des prémisses à la conclusion qui en découle. Si le programme ne parvient pas, après une première tentative, à une conclusion, une nouvelle stratégie est mise en œuvre afin de parvenir à une conclusion valide.

En résumé, la séquence de raisonnement réaliserait les étapes suivantes :

1. Traduction des informations verbales ou discursives, grâce au processus de compréhension, dans la forme abstraite de représentation à partir de laquelle opèrent les schémas d'inférence (étapes 1 et 2 ci-dessus), puis,
2. Application par le programme de raisonnement des étapes spécifiées par le schéma d'inférence activé (étape 3 ci-dessus).

Voyons maintenant, à titre d'exemple, les deux schémas d'inférence qui sont postulés par Braine pour le raisonnement conditionnel : le schéma primaire du *modus ponens* ainsi que le schéma de la preuve du conditionnel.

Débutons par le schéma du *modus ponens*. Rappelons seulement que celui-ci correspond à l'affirmation de l'antécédent. Nous pouvons représenter le schéma du *modus ponens* ainsi :



La seconde forme valide du raisonnement conditionnel est le *modus tollens* qui correspond pour sa part à la négation du conséquent. Ce dernier peut être inféré grâce au schéma de la preuve du conditionnel qui se présente sous la forme que voici :

Si P alors Q, non Q
Non P

Ces deux schémas se retrouveraient donc dans le répertoire de schémas. En ce qui concerne les deux formes invalides de l'implication matérielle, Braine ne prévoit aucun schéma leur correspondant puisque se sont des sophismes (affirmation du conséquent et négation de l'antécédent) desquels il ne devrait s'ensuivre aucune conclusion. Cependant, dans une grande majorité de cas, les sujets produisent ces sophismes avec beaucoup de conviction. Braine (1991) tente de rendre compte de ce problème en introduisant, à la suite de Geis & Zwicky (1971), la notion d'inférences invitées. Selon cette notion, le connecteur « si » invite des inférences logiques, mais aussi pragmatiques. En effet, l'interprétation qui est faite des prémisses peut être différente de celle qui est souhaitée par l'expérimentateur. Dans le cas qui nous concerne, les inférences invitées par l'implication ($P \supset Q$) peuvent être ($\neg P \supset \neg Q$) ou l'expression qui lui est logiquement équivalente, ($Q \supset P$). Cette situation pousserait les sujets à commettre les deux sophismes. Nous ajoutons que ces erreurs découlent d'une interprétation biconditionnelle de l'opération conditionnelle de l'implication, thèse que Braine ne va pas jusqu'à soutenir.

La théorie de Braine prévoit trois sources d'erreur qui se situent respectivement au niveau des étapes de compréhension (étape 1 ci-dessus) et du programme de raisonnement (étape 2). La première source d'erreur possible concerne l'étape de compréhension des informations verbales que contient le problème. L'information de départ comprise par le sujet peut diverger de ce dont l'expérimentateur s'attendait comme interprétation. Braine (1998) distingue deux types de compréhension : une pragmatique, et l'autre analytique. La compréhension pragmatique peut être apparentée à celle que nous utilisons dans la vie de tous les jours, elle concerne les faits et utilise l'ensemble des connaissances empiriques que nous avons sur le monde. Dans le cadre de la compréhension analytique, la conclusion est tirée à partir de la forme logique abstraite des prémisses et concerne davantage la capacité à réfléchir et

à justifier le raisonnement. Dans ce cas, le raisonnement opère en faisant abstraction de la valeur empirique des prémisses. Ces deux types de compréhension utilisent cependant les mêmes étapes de déduction. Cela signifie que le raisonnement est influencé par le type de compréhension qui est utilisé. Le sujet interprète pragmatiquement l'énoncé alors que l'expérimentateur s'attend à une interprétation analytique. La seconde source d'erreur découle du fait que le sujet ne parvient pas, lors de l'étape de compréhension, à trouver une règle appropriée qui lui permettrait de conclure. Cette situation peut survenir lorsque le raisonnement est trop difficile à résoudre ou lorsque l'interprétation des prémisses n'est pas exacte. Enfin, une troisième source d'erreur est une erreur de performance associée au programme de raisonnement et peut comprendre des difficultés d'attention, d'application d'un schéma ou de maintien des informations nécessaires au traitement dans la mémoire de travail.

Selon Simoneau (2006), la théorie de la logique mentale de Braine n'est pas sans difficultés ni problèmes d'ordres divers. En effet, comment savoir quelles règles d'inférence sont effectivement appliquées à la forme abstraite des prémisses, si ces règles ne sont pas directement accessibles à la conscience ? La nature de ces règles d'inférence est également à préciser. Sont-elles induites de nos expériences quotidiennes du langage naturel ? Sont-elles celles de la logique formelle, qu'il serait pour le moins étrange que nous détenions sans instruction spécifique ? La théorie de la logique naturelle doit également expliquer la variation des réponses chez un même sujet et entre sujets différents devant deux problèmes ayant la même structure syntaxique. On pourrait dans ce cas émettre l'hypothèse selon laquelle les performances diffèrent en raison de l'application d'une règle erronée. Notons également que les aspects développementaux ne sont pas abordés par Braine et ses collaborateurs, malgré les variations de performance selon les âges, ni les différentes étapes de développement, à l'exception du niveau primaire (pragmatique), qui correspond aux inférences impliquées dans la compréhension du discours, ainsi que du niveau secondaire (analytique), associé à une instruction logico-mathématique.

Aussi, malgré que les erreurs d'interprétation constituent une source importante d'erreur, la théorie ne rend pas compte de façon explicite des conditions associées aux diverses interprétations possibles des prémisses. Encore une fois, le cœur de l'explication repose sur les notions de compréhension pragmatique et analytique, mais sans expliciter ce qui nous amène à utiliser l'une plutôt que l'autre, pas plus que ce qui mène à une interprétation biconditionnelle du contenu de certaines prémisses. Enfin, Braine envisage la possibilité d'erreurs se situant au niveau du traitement, mais sans préciser les ressources cognitives qui sont nécessaires à la résolution d'un problème de raisonnement de type conditionnel.

3.4.2 La théorie des modèles mentaux

3.4.2.1 Considérations générales sur la théorie

La théorie des modèles mentaux a principalement été développée par Philip N. Johnson-Laird (1983) pour expliquer comment les individus sans formation en logique raisonnent. Un modèle mental, c'est « une représentation interne d'un état de choses du monde extérieur. » (Johnson-Laird 1993) Cette théorie repose en partie sur l'idée proposée par Craik en 1943 selon laquelle la perception construit, à une plus petite échelle, des modèles de la réalité. Les modèles mentaux seraient alors le produit de la perception, de la compréhension du discours et de l'imagination.

Au lieu d'avoir recours à une logique mentale opérant grâce à des règles d'inférence, comme dans le cas de la théorie de la logique mentale, les modèles mentaux opèrent par construction de représentations des événements, des objets ou des personnes dont il est question dans les prémisses. Selon Goel (2003), Johnson-Laird postule qu'au niveau neuroanatomique un système sémantique, plus spécifiquement visuel et spatial, serait nécessaire et suffisant pour raisonner de façon déductive. Dans le cadre de cette théorie, nous serions portés à déduire une première

conclusion, en première approximation, et ensuite de la mettre à l'épreuve de modélisation de situations alternatives possibles. Ainsi, lorsque les modèles de situations alternatives sont épuisés, nous serions portés à arrêter notre délibération et la validité de la conclusion serait atteinte avec l'épuisement de ces possibilités. Cette théorie a l'avantage d'accorder une place importante au *contenu* des prémisses dans la compréhension, la représentation et les inférences qui seront appliquées à ce contenu. Cette théorie a également le mérite d'avoir un plus grand champ d'application que le raisonnement conditionnel, notamment par son explication du raisonnement syllogistique. Les modèles ont comme principale utilité l'anticipation des événements et servent ainsi de matériau pour le raisonnement.

3.4.2.2 Les trois étapes du raisonnement

Selon la théorie des modèles mentaux, le processus de raisonnement comprend trois étapes : la compréhension, la description et la validation. Nous verrons que les quatre modes du raisonnement conditionnel seront soumis à la première étape, que seuls le *modus tollens* et les sophismes subiront la deuxième étape, et que les *modus ponens* et *tollens* nécessiteront une étape de validation.

L'étape de compréhension est la première : elle sert à la construction d'un modèle initial à partir de la prémisse majeure. Cette compréhension sera élaborée à partir de la signification des prémisses, mais aussi à partir des connaissances du sujet en lien avec leur contenu. Ces connaissances peuvent être de type langagier, mais aussi plus générales. La structure des modèles est analogue à celle de la situation. Cela signifie qu'ils peuvent prendre la forme d'images mentales d'événements concrets ou abstraits. Chacun des événements, individus ou objets, ainsi que chaque relation y sont représentés par un symbole.

Bien que les modèles mentaux soient formés d'images mentales, on les représente en général par des symboles. Les symboles utilisés pour représenter les modèles sont les suivants : les situations sont d'abord représentées par « P », « Q », « R », selon le nombre de modèles qui sera nécessaire pour représenter la situation.

La négation (\neg) est aussi représentée. Dans le formalisme de la théorie, un « P » entre crochets (« [P] ») en relation avec « Q », soit « [P] Q », signifie que « P » est exhaustif par rapport à « Q », c'est-à-dire que « P » ne peut apparaître sans que « Q » s'ensuive automatiquement. Ce cas correspond à la situation selon laquelle la règle conditionnelle spécifie que de « P » s'ensuit nécessairement « Q », sans cependant dire, comme dans le cas de la biconditionnelle, si « P » peut découler de « Q ». Enfin, les points de suspension « ... », représentent la possibilité que d'autres situations soient vraies, mais ne seront cependant représentées que dans le cas où cela est nécessaire. Dans certaines situations, la première étape peut déjà mener à une conclusion. Si ce n'est pas le cas, une seconde étape est amorcée, celle de la description.

La deuxième étape est employée pour étoffer le modèle initialement construit en y explicitant les informations qui y étaient implicitement contenues, c'est-à-dire en remplaçant les « ... » par de l'information explicite. Si cette deuxième étape ne permet pas de conclure, nous ne tirerons pas de conclusion. Par ailleurs, si une conclusion peut être tirée, alors elle subira une troisième étape, celle de la validation.

Enfin, la troisième étape est la validation. Il s'agit d'une procédure de recherche de contre-exemples à la conclusion à laquelle on est parvenu. Si un contre-exemple est trouvé, alors on doit revenir à la phase de description afin de parvenir à une autre conclusion, que l'on tentera de valider à son tour, jusqu'à ce que l'on trouve une conclusion ne produisant plus aucun autre contre-exemple à l'étape de validation. Il est également possible qu'en revenant à la phase de description, aucune nouvelle conclusion ne puisse être inférée.

3.4.2.3 Quelques exemples

Voyons pour commencer le déroulement de la phase de compréhension du raisonnement conditionnel à l'aide de l'exemple du *modus ponens* (affirmation de l'antécédent) : « S'il pleut, alors j'apporte mon parapluie. Il pleut ». Le modèle initial sera réalisé d'abord par la représentation de la prémisse majeure :

[P] Q
...

Dans ce modèle, le premier symbole est « [P] » en relation avec « Q », et signifie que le modèle de la première proposition P est exhaustif par rapport à Q, c'est-à-dire que l'on retrouve « Q » dans tout modèle représentant « P ». Le second symbole est un « Q » non exhaustif par rapport à « P », c'est-à-dire que l'on peut retrouver ce « Q » dans d'autres modèles mentaux où « P » n'est pas présent. Toute cette information est explicite et puisque P est exhaustif par rapport à Q, on peut déjà tirer la conséquence que Q. Une conclusion ayant été trouvée, elle n'a pas besoin d'être étoffée, mais nécessite d'être validée.

Dans le cas du *modus ponens*, la recherche de contre-exemples n'est pas nécessaire car P a été représenté exhaustivement par [P] et cela signifie que s'il est vrai que P alors Q est également vrai. Nous avons également vu que le *modus ponens* n'a pas besoin d'être étoffé, mais il n'en est pas de même pour les trois autres modes du raisonnement conditionnel.

En deuxième lieu, dans le cas du *modus tollens*, nous verrons que la validation consistera à passer en revue les modèles dans lesquels Q est faux. Le cas qui correspond à ce modèle implique que « P » est faux (4^e rangée de la table de vérité) et qu'aucun autre modèle n'expose une situation qui serait acceptable.

L'étape de compréhension pour le *modus tollens* (négation du conséquent) sera semblable à celle du *modus ponens*. La première prémisse, qui est identique à celle du *modus ponens*, est représentée de la même manière que pour ce dernier. Mais le *modus tollens*, comme nous le verrons, devra être décrit dans le cadre de la deuxième étape de raisonnement, dans la mesure où les points de suspension indiquent que d'autres cas sont envisageables.

[P] Q
...

Puisque déjà explicite dès l'étape de compréhension, le *modus ponens* n'avait pas besoin d'être décrit plus avant, mais cette seconde étape est cependant nécessaire à l'explicitation du *modus tollens*, comme dans l'exemple qui suit. Cette première représentation sera étoffée de manière à représenter également la prémisse mineure : « je ne prends pas mon parapluie ». Du fait qu'alors « Q » est faux, on en tire que « P » est faux. La deuxième ligne du modèle comprendra donc « $\neg P$ et $\neg Q$ ».

[P] Q
$\neg P \neg Q$
...

Mais les trois points apparaissant à la dernière ligne indiquent que le modèle n'est pas encore complètement étoffé, mais il le sera de la façon suivante :

[P] Q
$\neg P \neg Q$
P $\neg Q$

Ce deuxième modèle n'est cependant pas invalide parce que lorsqu'on a « P » vrai, on ne peut pas avoir « $\neg Q$ ». On trouve alors une conclusion valide au *modus tollens*. Il est à présent possible de valider la conclusion à laquelle nous sommes parvenu et selon laquelle « P » est faux.

Enfin, partant encore une fois de la même représentation de la prémisse majeure que pour les *modus ponens* et *modus tollens*, la représentation de la mineure du sophisme de la négation de l'antécédent (il ne fait pas beau) donne le modèle suivant :

[P] Q
$\neg P \neg Q$
...

La conclusion qui peut être pour le moment inférée est que « Q » est faux à partir du fait que « P » est faux. Mais il faudra élaborer d'autres modèles, car il reste des cas

possibles représentés par les points. Cette seconde description du sophisme de la négation de l'antécédent donnera :

[P] Q
$\neg P \neg Q$
$\neg P Q$

La conclusion « $\neg Q$ » à laquelle nous étions parvenus dans le premier modèle est ici contredite par l'affirmation de Q, comme l'indique d'ailleurs la troisième rangée de la table de vérité. La conclusion finale est donc ici incertaine, puisqu'on ne peut savoir si de « P » faux il s'ensuit « Q » vrai ou « Q » faux. Une validation ne sera en conséquent pas nécessaire. Les modes incertains n'ont pas à être validés puisque des contre-exemples ont déjà été découverts lors de la seconde étape.

En ce qui concerne le sophisme de l'affirmation du conséquent, Johnson-Laird soutient que la procédure de construction de modèles mentaux est la même que pour le sophisme de la négation de l'antécédent.

3.4.2.4 L'explication des erreurs de raisonnement

Nous avons vu que la théorie des modèles mentaux prévoit trois étapes menant à la production d'une conclusion. Dans un premier temps, à partir des prémisses du problème formulé en langage naturel, les sujets se représentent l'objet décrit par les prémisses. Cette représentation est ensuite utilisée pour la construction des modèles mentaux des situations possibles. Vient ensuite une étape de validation de cette conclusion en s'assurant que cette dernière n'est pas contredite par un autre modèle du raisonnement. Il est possible de constater que ce ne sont pas des processus syntaxiques manipulant des règles qui sont au centre de cette théorie, mais des processus d'inspection opérant sur des structures sémantiques (représentationnelles), soit des modèles mentaux.

La grande thèse de Johnson-Laird est que les limites du raisonnement, de même que les sources potentielles d'erreur, sont en grande partie attribuables à la mémoire

de travail (Johnson-Laird 1983). Plus le nombre de modèles à construire et à évaluer est grand, plus grandes sont les chances de commettre des erreurs. Les erreurs augmentent en fonction du nombre de modèles à construire et du temps que cela prend pour les traiter. De cette façon, Johnson-Laird fournit une explication de notre taux de succès très élevé dans la manipulation du *modus ponens*, notre taux assez élevé de succès dans le cas des *modus tollens* et notre piètre performance dans les cas des deux sophismes de l'implication, le nombre de modèles requis pour épuiser toutes les possibilités logiques étant alors plus élevé. Une des conséquences de cette théorie est que, toutes choses étant égales par ailleurs, ce qui distingue les gens plus habiles en logique de ceux qui le sont moins est que les premiers ont une meilleure mémoire de travail.

Bien que cette théorie ait l'avantage de prendre en compte l'aspect sémantique de la représentation qui manquait à la théorie de la logique mentale, on peut cependant souligner certaines de ses lacunes. En effet, malgré la pertinence d'introduire des procédures qui consistent à étoffer et rechercher des contre-exemples, la théorie des modèles mentaux pose un certain nombre de problèmes.

D'abord, il n'est pas évident que les sujets, indépendamment de leur niveau d'expertise, aient recours aux mêmes représentations symboliques et utilisent les mêmes procédures de base. Il s'ensuit qu'il est pour le moins étrange que les causes d'erreur soient associées aux contraintes de la mémoire, un aspect qui n'est pas, à proprement parler, inférentiel, mais périphérique au raisonnement. Par ailleurs, nous savons (depuis Miller en 1953) que la mémoire de travail varie très peu d'un individu à l'autre. Comment alors expliquer une grande variation interindividuelle dans les erreurs de raisonnement, à partir de si petites variations dans la mémoire de travail ?

Par ailleurs, les sujets maîtrisent-ils réellement les procédures de recherche de contre-exemples ? Avons-nous une tendance naturelle à être poppériens lorsque nous faisons des raisonnements déductifs, c'est-à-dire une tendance à rechercher des contre-exemples à nos hypothèses afin de déterminer si elles sont fausses ? Les

échecs systématiques des sujets au test des cartes de Wason nous invitent à penser que nous ne sommes pas si portés naturellement à chercher des contre-exemples.

Enfin, la théorie de Johnson-Laird ne nous dit rien sur le fait que notre performance, relativement aux sophismes de l'implication, bien qu'habituellement très faible, devient subitement excellente avec certains contenus sémantiques, comme dans l'expérience du portier.

3.4.3 De la logique mentale et des modèles mentaux à la prise en compte du contexte

Comme nous l'avons vu jusqu'à présent dans ce chapitre, deux théories s'opposent sur l'explication psychologique de nos procédures de raisonnement logique, une théorie fondamentalement syntaxique, la théorie de la logique mentale, et une théorie d'orientation sémantique, la théorie des modèles mentaux. Mais il existe aussi d'autres alternatives, par exemple les théories d'inspiration pragmatico-linguistique, qui vont précisément tenter d'expliquer nos grandes variations de performance dans des expériences différentes relativement aux sophismes de l'implication en ayant recours à la notion de contexte. L'approche pragmatique s'est développée pour tenter de rendre compte de l'écart considérable entre nos performances dans les contextes descriptifs abstraits et les contextes concrets, de même qu'entre ces contextes descriptifs et les contextes prescriptifs. Ni la théorie de la logique mentale, ni la théorie des modèles mentaux n'ont pu rendre compte de ces écarts considérables.

La théorie de la logique mentale et celle des modèles mentaux ont étudié deux composantes du raisonnement : la représentation des prémisses ainsi que le processus proprement inférentiel. Selon l'approche de la logique mentale, nos représentations sont propositionnelles (Clark 1969, Anderson & Bower 1973) et l'inférence

consisterait à appliquer des règles d'inférence à la forme propositionnelle des prémisses (Rips 1994, O'Brien 1998). La théorie des modèles mentaux considère que nos représentations sont analogiques (Desoto, Handel & London 1965, Huttenlocher 1968, Johnson-Laird 1983) et que le processus inférentiel se présente alors comme une recherche exhaustive de modèles mentaux (Johnson-Laird & Byrne 1991).

Les erreurs de raisonnement, c'est-à-dire les écarts par rapport aux modèles normatifs de la logique, ont retenu l'attention depuis les expériences de Wason dans les années 60, en passant par celles de Tversky et Kahneman dans les années 80. Certaines théories portent même spécifiquement sur les erreurs, par exemple celles d'Evans (1989) et Kahneman, Slovic et Tversky (1982). La portée de ces travaux n'est pas sans impact sur le débat sur la rationalité humaine qui anime les philosophes depuis les débuts de la philosophie (voir en particulier Cohen 1981, Stich 1990, Harman 1995, Manktelow & Over 1996, Evans & Over 1997). L'observation des erreurs de raisonnement est paradoxale dans la mesure où la puissance cognitive de l'intelligence humaine en général cadre mal avec l'observation selon laquelle on ne parvient pas à résoudre des tâches aux solutions d'apparence très simple et qui ne semblent pas dépasser la portée de nos capacités cognitives. Cette situation ébranle le postulat de la rationalité humaine. C'est dans ce contexte de la crise de la rationalité que l'approche linguistico-pragmatique va proposer une alternative aux deux théories étudiées jusqu'à maintenant.

3.5 Les explications pragmatico-linguistiques des erreurs de raisonnement

Evans (1991) souligne qu'une théorie du raisonnement se doit d'expliquer à la fois la compétence inférentielle ainsi que les biais de raisonnement, mais qu'elle devrait également rendre compte du contexte. Le contexte a une influence sur le

processus inférentiel dans la mesure où l'ensemble des informations disponibles peut être utilisé dans le traitement des prémisses.

En psychologie du raisonnement, le contexte désigne selon Van der Henst (2002) tout ce qui ne se rattache pas à la forme logique des énoncés et qui risque d'affecter le processus inférentiel. Le contexte constitue en effet l'ensemble des conditions dans lesquelles apparaissent les prémisses. On fait ici référence au contenu des prémisses, le moment, le lieu ou la manière dont celles-ci sont communiquées ou alors les informations qui précèdent ou suivent l'énoncé de ces prémisses. Tous ces éléments participent, selon Van der Henst (2002), à l'attribution d'un sens à l'expression purement linguistique d'une phrase.

Les sources d'informations contextuelles peuvent être nombreuses. Les connaissances encyclopédiques en lien avec le thème des prémisses, une information complémentaire présentée par l'expérimentateur de même que la particularité de la situation de communication entre l'expérimentateur et le sujet peuvent être des sources importantes d'informations contextuelles.

La pragmatique, qui étudie la compréhension des énoncés en contexte, est une sous-discipline de la linguistique. Plus particulièrement, la pragmatique est caractérisée par l'accent qu'elle met sur le contexte d'énonciation, c'est-à-dire sur la production d'une phrase dans des circonstances de communication précises. Dans la perspective pragmatique, les énoncés sont vus comme des indices qui permettent d'inférer le sens plus qu'un moyen pour encoder le sens. En ce qui concerne l'étude du raisonnement, le but de la linguistique pragmatique est d'explicitier la manière dont les prémisses sont interprétées dans une tâche de raisonnement.

L'étude en laboratoire de la résolution d'un problème de raisonnement vise à savoir si les sujets sont en mesure d'évaluer ou de produire la conclusion qui suit d'un ensemble de prémisses. Cette tâche requiert ainsi la représentation des prémisses, mais aussi l'interprétation de ces dernières, étape première longtemps négligée. L'analyse traditionnelle considère le contexte comme un élément perturbateur qui ne peut que nuire à une analyse de laboratoire qui se veut épurée. Or,

[...] on pourrait retourner entièrement le problème et soutenir que la raison n'est faite que pour raisonner dans un contexte « naturel », et raisonner en laboratoire c'est raisonner dans un contexte très particulier pour tout dire « artificiel » » L'étude abstraite du raisonnement est ainsi un cas limite du raisonnement et ne refléterait en rien la vraie « nature » du raisonnement. (Van der Henst 2002, p. 272)

La théorie de la logique mentale et la théorie des modèles mentaux n'avaient pris en compte que la représentation et le processus inférentiel sans tenir compte de l'effet des difficultés que pose l'interprétation des données du problème, difficultés qui sont relatives au contexte. C'est ce fait que souligne la citation précédente. C'est à partir de cette influence du contexte sur l'interprétation que l'approche pragmatico-linguistique peut apporter une nouvelle explication des erreurs inférentielles.

L'objectif de Jean Baptiste Van der Henst (2002) dans son texte *La perspective pragmatique dans l'étude du raisonnement et de la rationalité* est de montrer que certaines erreurs rencontrées dans les études sur le raisonnement ne doivent pas conduire à inférer que ces erreurs prouvent une déficience inférentielle chez l'être humain, mais plutôt une divergence d'interprétation du problème entre le sujet et l'expérimentateur. L'analyse pragmatico-linguistique de Van der Henst est à même d'éclairer le débat sur la rationalité dans la mesure où l'interprétation est tout autant une condition nécessaire des attributions d'irrationalités que peut l'être l'étape inférentielle proprement dite. Van der Henst (à paraître) soutient, à l'instar de plusieurs autres, que le contenu des prémisses joue un rôle important dans la performance de raisonnement, dans la mesure où il a été démontré que la manipulation du contenu des prémisses peut faire changer le degré d'acceptabilité des arguments selon le contexte.

Braine et O'Brien (1998), puis Rips (1994), ont soutenu que l'excellente performance (entre 90 et 100%) au traitement du *modus ponens* dans la version classique de la tâche de sélection des cartes de Wason démontrait l'existence d'un schéma d'inférence mentale, au moins pour ce type de raisonnement par *modus*

ponens. Certaines études que Byrne (1989) ont montré qu'il était possible de diminuer le taux de succès, même dans le cas du *modus ponens*, simplement en jouant avec le contexte. Ceci constitue pour Byrne (1989) une remise en question de l'idée que les individus sont équipés d'une règle d'inférence correspondant au *modus ponens*, règle qu'ils appliqueraient systématiquement.

Pour rendre compte du rôle du contexte, Van der Henst (2002) explique de la façon suivante le scénario typique d'une tâche de raisonnement en laboratoire. Les personnages principaux sont l'expérimentateur et le sujet. Un ensemble de prémisses est communiqué par l'expérimentateur au sujet qui doit évaluer ou produire une conclusion qui en découle. C'est dans la communication des prémisses que réside l'aspect pragmatique essentiel de la tâche puisque le sujet est toujours en situation de communication avec l'expérimentateur. Le raisonnement sur les prémisses exposées par l'expérimentateur suppose donc que ces prémisses sont comprises par le sujet, plus particulièrement, ce que l'expérimentateur a voulu dire par l'expression linguistique « Si P, alors Q ». Ainsi, en amont de la question de savoir si les prémisses sont représentées de façon propositionnelle ou analogique, se trouve celle de savoir quelles informations sont représentées à partir des prémisses ou comment elles sont interprétées. Dans cette optique, l'interprétation précède donc la représentation.

La raison pour laquelle les psychologues ne sont pas portés à être sensibles aux dimensions contextuelles dont parle Van der Henst est que ces dimensions ne semblent pas toucher directement le raisonnement, puisqu'elles sont d'ordre psycholinguistique et plus particulièrement pragmatique. Même si cette question semble appartenir à un autre champ disciplinaire, elle est cruciale et doit être traitée, car le processus inférentiel dépend de l'interprétation que les sujets se font de la situation. En effet, comment connaître les informations qui servent d'entrée au processus inférentiel sans connaître préalablement l'interprétation que les sujets ont faite des prémisses ? Notre connaissance de l'interprétation des prémisses permet de

retracer le chemin inférentiel parcouru par le sujet et ainsi statuer sur la validité du jugement réalisé.

Selon Van der Henst (2002), le contexte permet deux types de processus pragmatiques. Les processus pragmatiques « primaires » permettent d'identifier les variables ou référents d'un énoncé, tel que les pronoms ou les adverbes de temps ou de lieu, qui permettent éventuellement de dire si l'énoncé est vrai ou faux. Il existerait aussi des processus pragmatiques « secondaires », dans la mesure où la détermination subséquente de la proposition ne renferme pas la totalité du message communiqué. Dans la majorité des cas, l'information qui est communiquée par l'énoncé dépasse l'information littérale que renferme l'énoncé, puisque le message communiqué par une proposition peut dépendre du contexte, mais aussi des conséquences que l'on peut inférer de l'énonciation de cette proposition dans le contexte donné. Ces informations inférées constituent bien souvent une grande partie du message, si ce n'est sa totalité. Ce que cette constatation met en relief, c'est l'aspect d'interaction sociale qui est impliquée par l'étude du raisonnement. En effet, l'expérimentateur se livre à un acte de communication dont nous sommes en mesure d'attendre le respect des conventions. Van der Henst (2002) note que l'expérimentateur incarne la figure du logicien et qu'ainsi, il a une propension à utiliser le langage de la logique et faisant fi des règles de la communication, cette situation risque d'entraîner des divergences d'interprétation chez le sujet. L'erreur de l'expérimentateur consisterait dans cette mesure à croire que les processus inférentiels n'opèrent que sur la forme littérale des expressions en faisant fi de l'ensemble de l'information qui est communiquée. La communication risque d'échouer si le raisonnement de l'expérimentateur repose sur une information qui diffère de celle du sujet. Henle (1962 et 1978) avait avancé l'idée que les erreurs de logique n'existaient pas, comme Frege et Wittgenstein avant elle, pour ne nommer que ceux-là. Elle propose quant à elle que les réponses qui ne correspondent pas aux canons de la logique ne reposent pas sur un défaut du raisonnement, mais sur une mauvaise interprétation de la tâche par le sujet qui conduit ce dernier à avoir une représentation personnelle différente de la

représentation que l'expérimentateur assigne à ce sujet. Une difficulté de communication semble alors expliquer certaines erreurs.

Plusieurs explications ont été proposées sur les modifications que peut subir une tâche. Sans nous y attarder, on peut ici mentionner les biais de croyances et l'ajout, l'omission ou la reformulation de prémisses (Evans & Byrnes 1993). Ainsi, le raisonnement devrait être évalué sur la base des informations utilisées par le sujet et non sur la base des prémisses fournies par l'expérimentateur. Cette situation implique que l'interprétation et la communication sont des facteurs à prendre en compte dans la compréhension d'une résolution de problème de raisonnement.

Henle ne propose ni une théorie précise des phénomènes pragmatiques présents, ni une description de la manière dont les aspects pragmatiques du langage influencent l'interprétation des énoncés. On peut cependant s'appuyer sur les travaux de linguistes et de philosophes tels que Grice, Ducrot, Sperber et Wilson pour saisir toute l'influence des phénomènes pragmatiques. Les maximes conversationnelles de Grice de même que la théorie de la pertinence de Sperber et Wilson constituent en effet des outils théoriques puissants pour la compréhension de certains phénomènes pragmatiques et qui mériteraient d'être approfondis dans des travaux ultérieurs.

Les prémisses d'un problème de raisonnement contiennent des connecteurs (conjonction, disjonction, implication...) ainsi que des quantificateurs (tous, certains...). Van der Henst (2002) fait remarquer à l'instar de certains auteurs (Caron 1983, Georges 1997) qu'il n'existe pas une correspondance stricte entre l'usage des connecteurs grammaticaux du langage naturel et celui des connecteurs logiques, puisque certains connecteurs grammaticaux tels que *comme*, *or*, *mais* ne trouvent pas d'équivalent exact en termes de connecteurs logiques. De plus, on assigne habituellement « \supset » à « si...alors », « \leftrightarrow » à « si et seulement si », « \vee » à « ou » puis « $\&$ » à « et », mais nous verrons que cette corrélation ne se réalise pas toujours systématiquement. Van der Henst (2002) défend l'idée que le contenu qui est

véhiculé par les prémisses peut faire varier l'interprétation des connecteurs qui les relient. Le connecteur hériterait des relations qui existent entre les événements représentés par les propositions. Par exemple, le connecteur peut être symétrique dans certains cas $(A \& B) \supset (B \& A)$ et asymétrique dans l'utilisation quotidienne lorsque l'on a affaire à un rapport causal ou temporel entre les deux propositions (ex. : « Je me suis versé un verre d'eau et j'ai bu l'eau » vs « J'ai bu l'eau et je me suis versé un verre d'eau »). Dans ce sens, la thèse de Fillenbaum (1971, 1974a) est que les individus sont sensibles à cette différence entre le « et » symétrique et le « et » asymétrique. De la même manière, la formule grammaticale « si...alors » diffère de l'implication logique, car les énoncés conditionnels peuvent communiquer à la fois une promesse, un avertissement, des menaces ou bien des relations temporelles ou causales. Fillenbaum (1978) croit ainsi que la performance dans l'évaluation d'une conclusion d'un syllogisme conditionnel dépendra du contenu des propositions que représentent « P » et « Q ». Dans le langage naturel, on présuppose un rapport particulier entre l'antécédent et le conséquent, ce qui signifie que la relation entre « P » et « Q » n'est pas arbitraire, comme c'est le cas pour l'implication matérielle logique qui spécifie au contraire la relation conditionnelle entre « P » et « Q » sur la base de la valeur de vérité de « P » et de « Q ». Wason avait, déjà en 1966, proposé la table de vérité suivante :

Implication logique			Implication pragmatique		
P	\supset	Q	Si P	alors	Q
V	V	V	V	V	V
V	F	F	V	F	F
F	V	V	F	(*)	V
F	V	F	F		F

(*) Difficile à accepter ou sans pertinence

Tableau 3.1 : Les liens entre implications logiques et pragmatiques

Politzer propose dans un texte de 1986 un système cognitif dual dans lequel entrent en compétition processus logiques et processus pragmatiques où les sujets rejettent certaines règles logiques qui ne respectent pas la contrainte d'informativité.

Sperber, Cara et Girotto (1995), Hardman 1998 et Girotto, Kermelmeier, Sperber et Van der Henst (2001) ont tenté d'appliquer la théorie de la pertinence à la tâche de sélection des cartes. Selon Sperber (1995), les processus utilisés dans la résolution de cette tâche de sélection ne sont ni conscients ni démonstratifs. La sélection dépendrait au contraire de processus pragmatiques sollicitant des inférences non démonstratives qui provoqueraient certaines intuitions de pertinence. Les attentes de pertinence mises en place par le contexte seraient un facteur pouvant modifier la performance à la tâche. L'idée est que la tâche serait réussie lorsque le contexte inciterait à vérifier si $P \ \& \ \neg Q$. La tâche serait échouée dans le cas où l'attente de pertinence ne coïnciderait pas avec les réponses logiquement correctes.

Sperber (1995) croit que la phase d'interprétation de cette tâche mène à inférer les conséquences testables de la règle grâce à la règle conditionnelle et dans un ordre croissant d'accessibilité. Cette procédure de recherche prendrait fin lorsque les conséquences rencontreraient les attentes de pertinence et les sujets sélectionneraient ensuite les cartes qui leur permettraient de tester les conséquences.

Les deux principales théories classiques du raisonnement laissent une place limitée à la pragmatique, même si la théorie de la logique mentale reconnaît son importance. En effet, au niveau théorique, certains auteurs comme Braine et O'Brien (1991) reconnaissent l'importance et la nécessité d'une analyse pragmatique. Braine et Romain (1993), Romain, Connell et Braine (1983) font notamment appel à la pragmatique pour expliquer certaines erreurs ainsi que les effets liés au contenu des prémisses. Cependant, Van der Henst ne croit pas que la théorie de la logique mentale puisse expliquer les erreurs ou les effets de contenu, puisque, d'une part, les règles

d'inférence sont supposées être dans tous les cas valides et ne devraient donc pas laisser place à l'erreur et puisque, d'autre part, si l'application de règles d'inférence est un processus syntaxique, alors elle devrait être indépendante du contenu des prémisses. Mais il n'en est rien, une myriade d'études montre que le contenu des prémisses modifie la performance des sujets.

Les défenseurs de cette approche à base de règle (Noveck, Lea, Davidson et O'Brien 1991) répondent en disant que l'application de règles ne se fait pas sur la forme propositionnelle des prémisses, mais sur les représentations communiquées par les prémisses, qui sont aussi de nature propositionnelle. Les effets de contenu se rencontrent lorsque certains contenus communiquent plus d'information qu'un autre, ce qui a pour effet de solliciter des règles d'inférence différentes. Les erreurs se manifestent quant à elles lorsque les règles sont appliquées sur la communication d'informations qui conduisent à des conclusions différentes de celles auxquelles aurait conduit l'application de règles qui auraient reposé sur une stricte représentation sémantique. Ainsi, la pragmatique, plus particulièrement le modèle de Grice, devrait être utilisé pour contrôler les facteurs pragmatiques ainsi que pour concevoir des expériences où les prémisses n'entraîneront pas d'implications conversationnelles, afin que l'interprétation de l'expérimentateur et celle du sujet soient le plus près possible l'une de l'autre.

La critique qu'il est possible de leur adresser est qu'ils ne conçoivent pas d'études expérimentales précises qui intégreraient à la fois les processus d'interprétation et l'application de règles. De plus, la problématique du choix de l'application de certaines règles et la direction du cheminement inférentiel ne sont pas abordées. À la différence des expériences en laboratoire, l'activité inférentielle dans la vie quotidienne ne nous contraint que très rarement à évaluer une conclusion en fonction de certaines prémisses ou à produire une conclusion à partir d'un ensemble de prémisses, mais nous cherchons avant tout à accroître notre connaissance en fonction de l'information qui est à notre disposition, et cela, dans un but précis.

Pour ce qui est de la théorie des modèles mentaux, elle pourrait gagner à être complétée par une approche pragmatique sous deux aspects selon Van der Henst (2000). Le premier aspect consiste à utiliser la pragmatique pour préciser la manière dont les individus dérivent une conclusion à partir du modèle qu'ils ont construit, car la question est de savoir quelle conclusion sera sélectionnée, alors qu'un certain nombre d'informations peuvent être inférées d'un même ensemble de prémisses. Une réponse acceptable pourrait être qu'une conclusion devrait idéalement produire une information qui implique le plus d'effet contextuel pour le plus faible coût de traitement, et ce en fonction des buts du sujet. La seconde contribution de la pragmatique à la théorie des modèles mentaux pourrait être l'apport de la théorie de la pertinence dans le fait de préciser la procédure de réfutation de la conclusion invalide. Pour les partisans des modèles mentaux, la capacité de la mémoire de travail est le principal facteur qui limite la construction de modèles alternatifs. Selon Van der Henst, la description pourrait être complétée en faisant appel à l'idée que les sujets tenteront de construire des modèles alternatifs si les effets qu'ils peuvent en tirer satisfont leurs attentes de pertinence. Cela implique qu'il est possible de supposer que la construction de modèles alternatifs se produira si l'information qu'ils contiennent est pertinente et non dans les cas où la mémoire de travail ne le permet pas et s'ils estiment que le modèle alternatif ne véhicule pas d'information pertinente.

Van der Henst (2002) propose de remédier au sophisme d'affirmation du conséquent, de faire prendre conscience par la forme de l'énoncé que plusieurs causes peuvent être responsables du fait que Q :

Si le fait d'avoir P implique le fait d'avoir Q, la réciproque n'est pas vraie, le fait d'avoir Q n'implique pas le fait d'avoir P. Il existe en effet des raisons autres que P qui peuvent conduire à Q. Par exemple, il se peut que Si R alors Q. On se rend ainsi compte que P ne va pas s'ensuivre de Q, en particulier si Q est impliqué par R. Le sophisme d'affirmation du conséquent semble donc résulter de ce que les individus n'ont pas conscience des autres possibilités qui peuvent mener à Q. Quel pourrait être le remède permettant d'éviter que les sujets dérivent P sur la base de Q ? Très simplement, ce remède consiste à créer une situation au sein de

laquelle le sujet aura conscience des possibilités autres que P pouvant conduire à Q. (Van der Henst 2002, p. 27)

Malgré la pertinence générale des approches pragmatiques relativement à la théorie de la logique mentale et à la théorie des modèles mentaux, pour tenter d'expliquer la grande variabilité de nos performances selon le contexte, on peut cependant remarquer que souvent ces perspectives pragmatiques manquent de précision, notamment quand elles font du contexte tout ce qui n'est pas de l'ordre de la structure logique, avec tout le vague que cela implique.

3.6 De la psychologie à la neuroscience cognitive

Nous avons vu que plusieurs théories sont en compétition sur le marché de l'explication psychologique du raisonnement déductif. Nous avons quant à nous retenu celles de la logique mentale et celle des modèles mentaux, dans la mesure où nous souhaitons utiliser les travaux neuropsychologiques de Goel et Dolan (2004), afin de départager la part qui revient à chaque théorie. Chacune de ces deux théories de niveau psychologique postule qu'un seul système est nécessaire et suffisant pour raisonner de façon déductive, l'un linguistique et syntaxique (logique mentale), l'autre plus ou moins spatial et sémantique (modèles mentaux). Les critiques pragmatiques que nous avons présentées visaient par ailleurs à attirer l'attention sur une étape antérieure du processus de compréhension : en effet, elles consistaient à remettre en question la compréhension des énoncés, plutôt que de prendre cette compréhension pour acquise.

Nous allons maintenant voir, au chapitre quatre, que les résultats d'études neuropsychologiques nous montrent que notre fonctionnement cérébral lors d'inférences n'est pas aussi simple que ce que les différentes théories psychologiques

avaient envisagé. Par la suite, nous pourrons, sur la base de ces résultats neuropsychologiques surprenants, terminer notre mémoire par des considérations épistémologiques et pédagogiques originales sur l'apprentissage de la logique.

CHAPITRE IV

LES BASES CÉRÉBRALES DU RAISONNEMENT LOGIQUE

4.1 L'étude neuroscientifique du raisonnement déductif

Si, à première vue, certains sont enclins à penser que les études des neurosciences et les sciences cognitives doivent être menées de manière indépendante, Daniel Andler (2004) insiste sur la nécessité de leurs interactions, auxquelles participent la psychologie cognitive et la philosophie, ainsi que des problèmes de frontière disciplinaire que cela peut occasionner :

[...] il existe un va-et-vient constant entre neurosciences et sciences cognitives : celles-ci offrent un cadre cohérent aux résultats de celles-là, stimulent même des recherches empiriques ; les neurosciences, de leur côté, en dévoilant les mécanismes précis, incitent à des perfectionnements théoriques. Ce va-et-vient est tel qu'il est impossible d'assigner des frontières nettes entre ces deux ensembles de disciplines. (Andler 2004, p. 69)

Il est certes légitime de se demander en quoi il est pertinent, pour un philosophe qui s'intéresse à la logique et à son enseignement, de recourir à des données empiriques issues de l'imagerie cérébrale. Notre attitude, favorable à l'emploi de

celle-ci, est sous-tendue par les convictions méthodologiques naturalistes modérées que nous avons présentées au premier chapitre. Notre recherche est sous-tendue par l'hypothèse que l'activation cérébrale est nécessaire à la pensée, donc au raisonnement (matérialisme). Cependant, à l'opposé d'un naturalisme réductionniste qui en conclurait qu'une compréhension de l'activation cérébrale est nécessaire et suffisante pour expliquer et prédire ce phénomène, nous défendons un naturalisme modéré selon lequel la compréhension de l'activation cérébrale est nécessaire, mais non suffisante à celle du traitement inférentiel.

Dans un sens, l'affirmation selon laquelle le raisonnement a des bases neuronales semblera anodine pour tout matérialiste, mais dans le cadre de notre naturalisme modéré, la possibilité de tester de telles hypothèses psychologiques à un niveau cérébral pourra impliquer d'importants réaménagements théoriques et des débats, compte tenu des problèmes de cohérence des données entre les disciplines, non seulement pour la psychologie cognitive, mais aussi pour l'enseignement de la logique. Mais avant d'aborder ces questions, délimitons d'abord l'objet et les méthodes de la neuropsychologie cognitive.

Selon Séron (2002), la neuropsychologie cognitive se donne comme tâche d'utiliser les informations provenant de déficits qui résultent de lésions cérébrales dans le but de comprendre l'organisation et le fonctionnement normaux des processus mentaux. Le présupposé qui sous-tend cette affirmation est la relation qui existe entre la déstructuration d'un système fonctionnel, l'incapacité psychologique manifestée, de même que les lois qui régissent son fonctionnement normal. Cette situation est conditionnée par le fait que la cognition est difficile à étudier dans ses conditions habituelles de fonctionnement. Alors que la neurophysiologie utilisait les informations recueillies lors de l'autopsie et que le neurophysiologiste animal provoque lui-même des lésions sélectives, la neuropsychologie humaine utilise comme matériaux les lésions accidentelles.

En résumé, la pathologie intéresse le neuropsychologue dans la mesure où elle apporte des éléments à la compréhension de la conduite cognitive normale de l'être

humain. La neuropsychologie cognitive cherche également une certaine cohérence par rapport aux données expérimentales sur les sujets normaux et une convergence entre les données émanant de diverses sources. Relativement au sujet qui nous intéresse, le raisonnement déductif, nous verrons que la neuropsychologie cognitive peut nous être utile afin de trancher entre diverses théories en compétition.

Pour Goel (2004), la démarche interprétative du neuropsychologue repose sur trois types d'évidences. Le premier type d'évidence concerne la dissociation des troubles. Le second type d'évidences repose sur l'association des troubles. Finalement, le troisième type d'évidences provient de la structure spécifique des conduites normales.

La double dissociation des troubles a été jusqu'à maintenant très éclairante pour la structure interne des architectures cognitives. Goel considère également que la dissociation des fonctions cérébrales est, avec la localisation, une des deux plus importantes contributions des neurosciences cognitives à la compréhension des processus cognitifs. La dissociation est définie en termes de diminutions sélectives du comportement résultant de lésions cérébrales. La dissociation simple se présente dans le cas où, suite à une lésion dans une région x , il résulte un déficit de la fonction a , mais non de la fonction b . La double dissociation se dit à propos d'un cas où, en plus, on a une lésion de la région y à la suite de laquelle on constate un déficit de la fonction b et non de la fonction a . L'étude des lésions fournit des informations sur les systèmes qui sont nécessaires aux processus cognitifs considérés, puisque la lésion de ces systèmes entraîne un dysfonctionnement, montrant ainsi leur nécessité. Les études de neuro-imagerie identifient les régions cérébrales suffisantes à la réalisation de différents processus cognitifs dans la mesure où la vue entière des systèmes impliqués nous donne une vue plus globale de leurs interactions.

Nous ferons également appel à des études d'imagerie afin de mettre en lien des zones activées et des fonctions cognitives dans le but de déterminer le type de fonctions élémentaires mises en œuvre dans certaines fonctions complexes. Différentes techniques d'imagerie cérébrale sont utilisées par les neurosciences

cognitives. Ces techniques de neuro-imagerie fonctionnelles, dont les deux plus courantes sont la tomographie par émission de positrons (TEP) et l'imagerie par résonance magnétique fonctionnelle (IRMf), sont utilisées sur des sujets sains. Ces techniques permettent d'identifier les zones cérébrales qui sont activées lors de l'exécution d'une tâche, de quelle manière ces zones sont interreliées et quel est le degré d'activation de chacune de ces zones. Le psychologue français Olivier Houdé (2002) écrit :

[...] chaque composante neuroanatomique du réseau peut être mise en relation avec une composante psychologique des mécanismes utilisés lorsque l'on apprend à inhiber le biais d'appariement perceptif⁶ et que l'on améliore l'accès à la réponse logique.

Nos connaissances relatives aux fonctions de chacune de ces zones nous permettent alors de construire des modèles relatifs aux conditions cérébrales nécessaires à l'émergence d'une activité mentale permettant de réaliser une tâche déterminée. L'introduction des techniques d'imagerie cérébrale provoque des changements épistémologiques importants dans la mesure où les données auxquelles nous avons maintenant accès sont presque en direct et sur des sujets sains. Les résultats auxquels une telle neuroscience parvient dépendent du degré de précision et de fiabilité auquel ces techniques sont parvenues. Elles dépendent également de l'état de nos connaissances des fonctions de chaque zone cérébrale ainsi que de nos connaissances du fonctionnement général du système nerveux central. Une précaution épistémologique s'avère nécessaire ici. La localisation par imagerie cérébrale donne certes une information pertinente sur l'activation cérébrale dans certaines tâches de

⁶ Rappelons ici que le biais d'appariement perceptif est une explication d'une erreur de raisonnement qui consiste à se laisser distraire par les éléments contenus dans la règle énoncée.

raisonnement, mais cette information demeure néanmoins approximative. Il ne faut pas y voir une panacée⁷.

Nous verrons dans le présent chapitre les résultats de deux études neuropsychologiques sur le raisonnement déductif qui utilisent les règles de l'implication logique que nous avons vu au deuxième chapitre, soit, les syllogismes hypothétiques ou conditionnels. La première étude nous permettra d'éclairer certains aspects du raisonnement en départageant les prédictions des deux théories psychologiques que Goel et ses collègues (2000) ont choisi de mettre à l'épreuve : la théorie de la logique mentale et celle des modèles mentaux. La seconde étude montre la correction, au niveau anatomique, suite à une procédure d'apprentissage de niveau psychologique particulière et soulève le problème, que nous verrons au chapitre cinq, de la place et de l'importance des données des neurosciences cognitives dans le domaine de l'éducation. Nous verrons également toute la pertinence des données de la neuropsychologie cognitive pour l'élaboration et l'amélioration des explications psychologiques.

4.2 Deux aires impliquées dans le raisonnement déductif

Avant l'arrivée des techniques d'imagerie cérébrale dans les années 80, nous étions déjà arrivés, par l'étude des lésions cérébrales, à tirer des conclusions sur la spécialisation de certaines aires cérébrales. Ces informations étaient certes partielles, mais néanmoins éclairantes. Nous présenterons ici celles qui seront pertinentes pour la compréhension des études discutées plus loin dans le chapitre.

⁷ Ce qui ne les empêche pas d'être d'une très grande utilité, voir à ce propos Bechtel, W., & Abrahamsen, A. 1991. *Connectionism and the Mind: An introduction to parallel processing in networks*, Cambridge, MA : Basil Blackwell.

4.2.1 Le traitement linguistique

Depuis le milieu du XIX^e siècle, nous avons de bonnes raisons de croire que le langage implique des aires cérébrales localisées dans l'hémisphère gauche. Selon Godaux (2001) et Richer (2005), deux régions sont particulièrement importantes dans le traitement du langage.

On a appelé aire de Broca la région située dans le lobe frontal gauche, près du cortex moteur. On sait que cette zone a un lien avec les programmes moteurs responsables de l'articulation des mots. Broca (1861) apporta les premières preuves indirectes de la localisation du langage en observant des patients dont la fluidité verbale, l'articulation et le débit étaient compromis. De plus, ces patients étaient atteints d'agrammatisme, c'est-à-dire qu'ils omettaient des mots grammaticaux tels que les pronoms, les articles, la fin des verbes, et les prépositions, mais tout en comprenant néanmoins ce qui leur était dit.

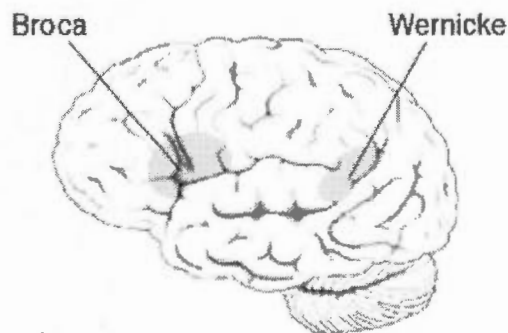


Figure 4.1 : Emplacement des aires de Broca (avant) et de Wernicke (arrière).

La seconde aire importante est l'aire de Wernicke. Celle-ci se situe dans le lobe temporal gauche, près du cortex auditif. Elle ferait entre autres office de dictionnaire de correspondance entre les sons et le sens des mots. Wernicke (1874) a remarqué chez des patients présentant des lésions dans ces régions qu'ils produisaient beaucoup de mots, mais que ces derniers étaient vides de sens. Ces patients commettent également des erreurs qu'on nomme « paraphasies sémantiques » en interchangeant

des mots ou syllabes avec d'autres proches en signification ou en phonétique. Enfin, puisque les aires de Broca et de Wernicke sont reliées par des axones appelés le faisceau arqué, il résulte de cette lésion des fibres associatives une aphasie de conduction.

4.2.2 Le traitement spatial

Le cortex pariétal est associé à la cognition spatiale. Petit (2002) rappelle que le lobe pariétal droit est constitué du gyrus postérieur central dans sa partie antérieure, et des lobules pariétaux dans la partie postérieure. Les lobules pariétaux sont des régions d'association hétéromodales. Ces aires cérébrales intègrent les informations perceptives relatives à l'espace extrapersonnel. En lien avec le cortex préfrontal, les lobules pariétaux supérieurs et inférieurs sont impliqués dans l'orientation et l'attention visuo-spatiale. Les patients atteints d'une lésion du cortex pariétal éprouvent des difficultés à comprendre les relations spatiales, par exemple les relations géométriques, éprouvent des difficultés d'orientation dans l'espace, comme la lecture d'un plan ou d'une carte géographique.

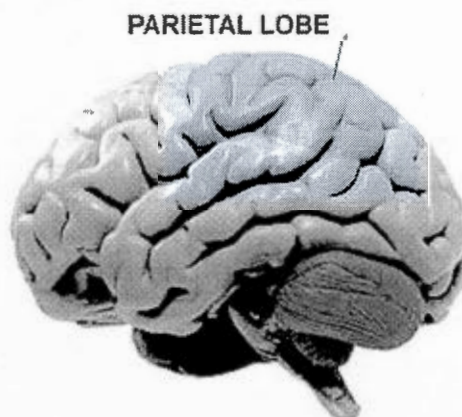


Figure 4.2 : Le lobe pariétal

4.2.3 Les liens a priori que l'on peut faire entre ces connaissances préalables et les postulats des deux théories psychologiques du raisonnement déductif

À partir des capacités cognitives impliquées dans les deux principales théories du raisonnement, il est possible de faire des hypothèses sur les régions cérébrales qui devraient être activées compte tenu des capacités en jeu postulées.

Pour ce qui est de la théorie des modèles mentaux. Cette dernière postule que le raisonnement nécessite des habiletés spatiales. On sait par ailleurs que le traitement spatial est effectué au niveau du cortex pariétal de l'hémisphère droit. On peut donc croire que certaines zones de l'hémisphère droit relatif au traitement spatial devraient être sollicitées si la théorie des modèles mentaux dit vrai. C'est-à-dire que si la théorie des modèles mentaux postule qu'un traitement spatial est en cause et que le traitement spatial est réalisé dans l'hémisphère droit, alors la théorie des modèles mentaux devrait impliquer une activation des aires cérébrales de l'hémisphère droit.

En ce qui concerne la théorie de la logique mentale, on se souvient que cette dernière affirme que des aires du traitement linguistique, plus syntaxique, sont impliquées dans le raisonnement déductif. Nous savons que dans l'hémisphère gauche se trouve l'aire de Broca qui est liée à l'analyse syntaxique, ainsi que l'aire de Wernicke associée à la compréhension des mots qui participent au traitement du langage. Il est donc possible de croire que certaines zones de l'hémisphère gauche seront sollicitées si la théorie de la logique mentale dit vrai, même si les auteurs de cette théorie n'ont pas postulé explicitement l'activation de ces zones spécifiques. En résumé, si la théorie de la logique mentale postule l'implication de compétences linguistiques et que nous savons par ailleurs que le traitement linguistique a lieu dans l'hémisphère gauche, alors la théorie de la logique mentale implique l'activation d'aires situées dans l'hémisphère gauche.

4.3 *Études neuroscientifiques cognitives du raisonnement déductif*

4.3.1 **L'étude des syllogismes catégoriques par Goel**

Goel (2000) et son équipe se sont penchés sur l'effet du contenu de syllogismes catégoriques formellement équivalents sur l'activation cérébrale. Ils ont utilisé des syllogismes de trois types : (1) d'abord, des syllogismes avec contenu, c'est-à-dire des syllogismes sémantiquement signifiants, où l'on retrouve des termes empiriques référant à des objets concrets (tel « éléphant » dans la proposition : « Aucun éléphant n'est un reptile »). (2) Ensuite des syllogismes « sans contenu » dont les termes sont des variables (telles que « A » et « B » dans : « Aucun A n'est B »), ces termes étant abstraits et ne référant pas à des objets concrets. (3) Enfin, les auteurs de l'étude ont aussi utilisé comme condition de base (*baseline condition*), un syllogisme dont la conclusion est logiquement vraie, mais en contradiction avec nos croyances. Tous ces syllogismes ont la même structure formelle.

En observant l'activité cérébrale des sujets au moyen de l'imagerie par résonance magnétique fonctionnelle (*fMRI*) et en demandant à ceux-ci d'évaluer la validité de différents syllogismes, donc de dire s'ils sont vrais étant donné leur structure logique, Goel et son équipe (2000) ont fait deux découvertes. La première est qu'il y a un effet du contenu sur l'activation cérébrale. Dans le cas d'un syllogisme avec contenu, un système frontal-temporal gauche (BA 21, 22 temporal et BA 44, 8, 9 (lobe temporal gauche, associé à l'aspect sémantique du langage ainsi qu'à la mémoire à long terme)), lié aux aires du langage, est activé, comme l'indique la figure ci-dessous.

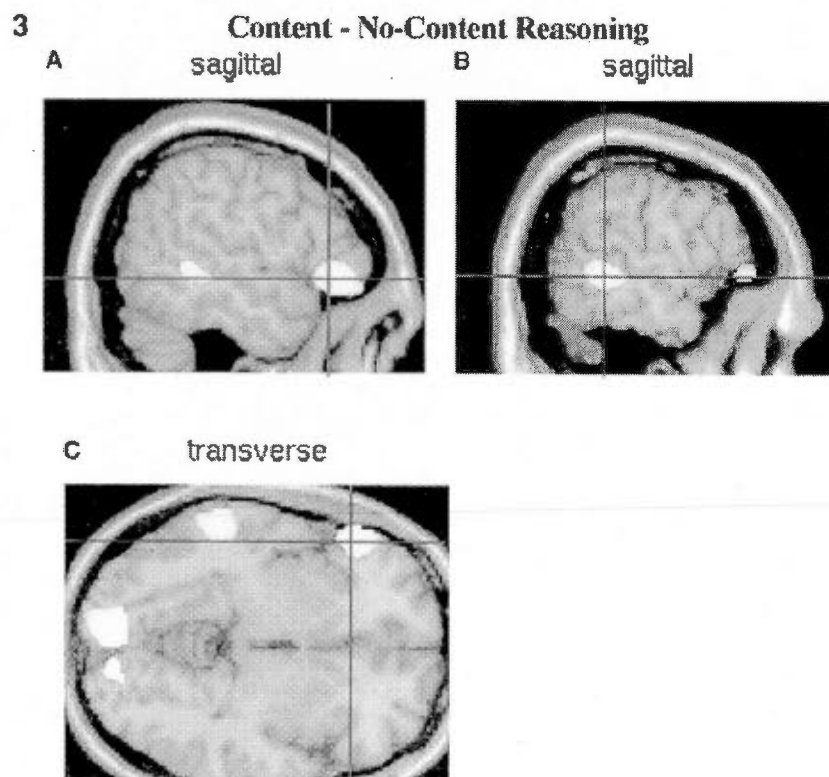


FIG. 3. A statistical parametric map (SPM) rendered into standard stereotactic space and superimposed on to sagittal (A and B) and transverse (C) sections of an magnetic resonance image (MRI), which is itself in standard space. Regions specific to content reasoning (content reasoning - no-content reasoning) include left inferior frontal lobe (-52, 28, -4), left temporal pole (-58, 10, -20), and left middle and superior temporal gyrus (-58, -40, -2).

Figure 4.3 Effet de syllogismes avec contenu (concret) sur l'activation cérébrale Goel (2000)

Ceci vient appuyer la thèse de la logique mentale selon laquelle les aires linguistiques seraient recrutées dans la tâche de raisonnement. Mais ce n'est pas tout. Lorsque les syllogismes sont sans contenu, et donc abstraits, c'est plutôt un système fronto-pariétal droit (BA 6, 7, 44) qui est recruté, un système habituellement lié à des tâches spatiales. Cela vient au contraire appuyer la thèse des modèles mentaux qui postulaient quant à elle l'activation de l'hémisphère droit où a lieu le traitement spatial.

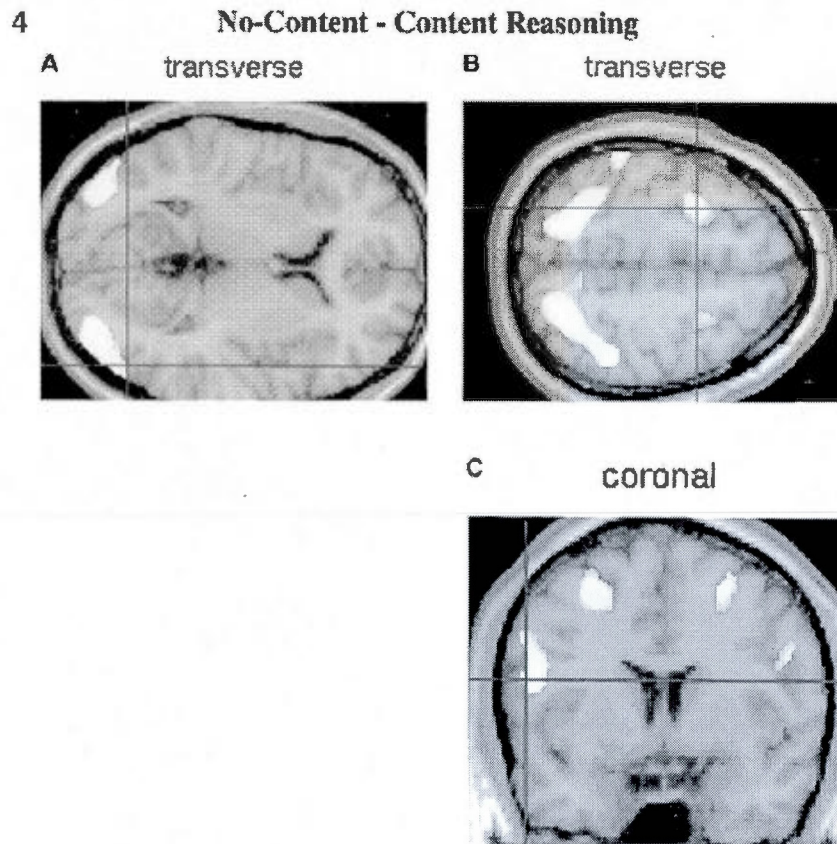


FIG. 4. A statistical parametric map (SPM) rendered into standard stereotactic space and superimposed on to transverse (A and B) and coronal (C) sections of an magnetic resonance image (MRI), which is itself in standard space. Regions specific to no-content reasoning (no-content reasoning - content reasoning) include (A) bilateral orbital gyrus (-48, -72, -2 & 50, -70, -6); (B) bilateral superior (-20, -62, 42 & 26, -66, 50) and inferior (-42, -34, 40 & 42, -40, 44) parietal and bilateral middle (-28, 2, 54 & 26, 6, 56) frontal gyrus and (C) bilateral inferior (-56, 6, 18 & 56, 8, 26) frontal gyrus is specific to no-content reasoning.

Figure 4.4 Effet de syllogismes sans contenu (abstrait) sur l'activation cérébrale Goel (2000)

Une troisième découverte est relative au fait que l'hémisphère droit est recruté dans la résolution de conflits. Le conflit en question est le biais de croyance qui correspond à la condition de base décrite précédemment. Un raisonnement logique est valide en vertu de sa forme et cette forme est indépendante de la vérité empirique. Un syllogisme peut bien sûr être valide et vrai, mais il peut très bien être valide en vertu de sa structure logique, mais faux en regard des faits. De la même manière, une conclusion peut être empiriquement vraie même si la structure du syllogisme est fautive, comme elle peut être empiriquement fautive au sein d'un raisonnement valide. Lorsque la conclusion logique ne coïncide pas avec les croyances (valide mais faux)

du sujet, Goel (2000) note que le recrutement du cortex préfrontal droit dans les réponses correctes est central pour détecter et/ou résoudre le conflit entre logique et croyance.

Ce que nous devons retenir des expériences de Goel (à paraître) est que l'activation cérébrale liée au raisonnement dépend de la nature de la tâche à effectuer, c'est-à-dire que le raisonnement n'est pas localisé à un endroit particulier, mais l'activation impliquée est déterminée par la nature des processus de raisonnement en jeu dans la tâche particulière. Le raisonnement n'est pas exclusivement linguistique ou spatial, mais spatial lorsque le contenu est arbitraire, et linguistique, lorsque le contenu est sémantiquement signifiant. Goel et al. (2000) ont avancé, à l'aide des études qu'ils ont réalisées sur les bases cérébrales du raisonnement déductif, la théorie neuropsychologique des mécanismes duaux que nous verrons dans la prochaine section. Mais voyons auparavant les études réalisées par Houdé (2001) sur la correction des erreurs de raisonnement à l'aide d'une procédure d'apprentissage expérimentale.

4.3.2 L'étude des biais de raisonnement par Houdé

Alors que Goel (2000) prend pour objet d'étude l'évaluation de la validité de syllogismes dans l'optique du débat entre logiques mentales et modèles mentaux, les tests de Houdé (2001) portent pour leur part sur les biais de raisonnement, c'est-à-dire, sur les erreurs de raisonnement que nous avons tendance à commettre. Les tests de Houdé portent sur une variante de la célèbre tâche de sélection des cartes de Wason que nous rappellerons à l'instant.

Cette nouvelle version de la tâche est une tâche de réfutation d'une règle conditionnelle reprise en partie d'Evans (1989). On change dans cette version la nature des éléments cités dans la règle, l'antécédent sera nié et il s'agira de rendre la

règle fausse (alors qu'il s'agissait de vérifier la règle conditionnelle dans la tâche originale). La règle s'énonce ainsi : « S'il n'y a pas de carré rouge à gauche, alors il y a un cercle jaune à droite. ». Les participants doivent choisir à l'aide de la souris de l'ordinateur les deux formes qui rendent cette règle fausse. Il ne s'agit donc plus de lettres et de chiffres comme dans la tâche originale de Wason (1968). Il faut également noter que la règle comporte un antécédent négatif et qu'il s'agit de la rendre fausse.

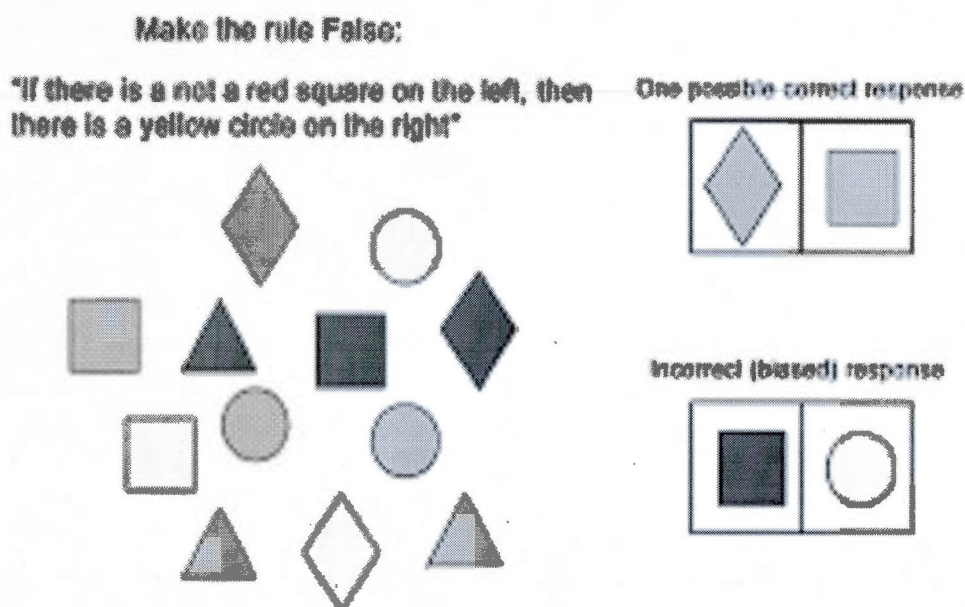


Figure 4.5 : Tâche de falsification d'une règle conditionnelle utilisée par Houdé

Comme on pouvait s'y attendre, les participants choisissent le carré rouge à gauche et le cercle jaune à droite dans une proportion de 90%, ce qui est incorrect selon la table de vérité logique que nous avons vue au chapitre II. On peut encore y observer le biais d'appariement perceptif proposé par Evans (1993) dont nous avons déjà parlé. En effet, les sujets répondent de façon erronée en choisissant les objets mentionnés dans la règle (carré rouge à la gauche d'un cercle jaune) et négligeant ainsi les items logiquement appropriés, à savoir, l'absence de carré rouge à gauche et l'absence de cercle jaune à droite. À partir de ces résultats, Houdé (2000) émet

l'hypothèse que la difficulté à aller contre les éléments cités dans la règle tient à ce que deux stratégies de raisonnement entrent en compétition, l'une perceptive, l'autre logique. En effet, une interprétation charitable pourrait considérer que vu de l'extérieur, le sujet peut sembler faire une erreur de logique, mais grâce à l'imagerie cérébrale, on voit que la tâche n'est pas traitée de façon logique, mais perceptuelle. La nature des erreurs serait alors attribuable à un problème d'absence d'inhibition de la première stratégie perceptive, sans pour autant être un défaut de logique. Malgré la force de ce biais, les données comportementales obtenues par la suite par l'équipe de Houdé (2001) montrent que les sujets qui ne répondaient pas logiquement parvenaient à une réponse logique après un type d'entraînement particulier.

Houdé (2001) entreprend donc de vérifier l'hypothèse selon laquelle deux stratégies de raisonnement entreraient en concurrence dans « l'espace mental de travail » en testant l'efficacité de différentes méthodes d'entraînement inspiré de celles utilisées par Pascual-Leone (1988) : ces méthodes sont la répétition de la tâche (ou l'apprentissage par essais et erreurs), l'explication logique et l'inhibition de la stratégie perceptive. La première condition d'apprentissage expérimental est la simple répétition de la tâche. On n'observe aucune amélioration de la performance aux tests. La seconde procédure consiste en une explication froide de la solution valide de la tâche. On expose alors simplement les règles logiques, en expliquant les quatre cas possibles du raisonnement hypothétique. Après cette procédure d'apprentissage, on n'observe toujours pas d'amélioration. C'est enfin suite à la troisième procédure que les choses deviennent intéressantes.

Cette procédure, nommée inhibition de la stratégie perceptive, est qualifiée d'émotionnelle au sens où en plus d'expliquer les quatre cas possibles (les deux cas valides MPP et MTT et les sophismes de l'affirmation du conséquent et de négation de l'antécédent), on met les sujets en garde (c'est-à-dire en état d'alerte) contre les différents types d'erreurs qu'il leur est possible de rencontrer, l'expérimentateur s'implique, donne des conseils, explique les pièges où il ne faut pas tomber, mais que nous commettons tous ces erreurs et il fait ainsi intervenir une dimension

émotionnelle. Le taux de réussite passe alors de 10% à 90%. Cet entraînement est appliqué à la même tâche de réfutation d'une règle conditionnelle alors que les participants sont soumis à l'IRMf avant et après les procédures d'apprentissage expérimental.

Houdé (2001) a pu ainsi observer la reconfiguration des réseaux neuronaux suite à l'inhibition de la stratégie perceptive. L'activation passe en effet de la partie postérieure occipitale bilatérale, associée à la perception, à une partie antérieure préfrontale dédiée au traitement linguistique. Ce que l'on voit à l'œuvre dans ce cas est un traitement spontané par des régions perceptives, l'attention est alors concentrée sur les formes et les couleurs et l'on tente de résoudre le problème sur la base de ces informations qui ne sont pas pertinentes dans cette situation. L'activation d'une partie du cerveau associée à un traitement linguistique, suite à l'apprentissage expérimental, résulterait d'un changement dans le traitement de l'information, d'un mode perceptif à un mode logique. Ces résultats pointent dans la direction d'une distinction entre deux stratégies de raisonnement.

4.4 Une explication des résultats observés : la théorie des mécanismes duaux

Les résultats obtenus par Goel (2000) et Houdé (2001) tendent vers une explication du raisonnement qui postule l'existence de mécanismes duaux dans le raisonnement. Nous verrons en quoi cette hypothèse permet d'expliquer deux types de biais identifiés dans le raisonnement déductif. Auparavant, il nous apparaît utile de rappeler certaines des origines de cette théorie des mécanismes duaux.

4.4.1 Considérations générales sur la théorie des mécanismes duaux

Sloman (1996) souligne qu'il a été proposé à travers les siècles, depuis Aristote en passant par James (1890, 1950), Piaget (1926), Vygotsky (1934, 1987) et Johnson-Laird (1983), certaines distinctions dans les systèmes de raisonnement. Sloman (1996) considère que William James est celui qui a exprimé le plus lucidement la distinction entre deux systèmes de raisonnement et sa réalité psychologique. James distingue un premier type de pensée qui est associative ou empirique. Il décrit cette pensée associative comme une série d'images suggérées par d'autres images. Créer un modèle (*design*) serait un exemple de ce type de raisonnement. Cette pensée n'est que reproductive, basée sur des expériences passées ou des abstractions à partir de celles-ci. Le second type est la pensée productive qui, elle, permet de gérer les situations nouvelles.

Dans sa version contemporaine, la théorie des processus duaux peut être vue dans la continuité des débats qui ont cours depuis le milieu des années 1980, en psychologie cognitive, au sujet de deux systèmes distincts de raisonnement, l'un parallèle et distribué, l'autre séquentiel. Selon Sloman (1996), ce débat peut être dissous par une conception intégrée de ces deux systèmes, laquelle pourrait expliquer l'aspect dual du raisonnement. Ainsi, la conception duale distingue deux systèmes de raisonnement. Le premier de ces deux systèmes est associatif et procéderait à la fois selon des similitudes structurelles et par rapport aux relations de contiguïté temporelle, ce qui correspond bien au type de capacités qu'on retrouve dans les systèmes connexionnistes (Clark 1993). Le second système est basé sur des règles et s'appliquerait à des structures symboliques, ce pour quoi les systèmes computationnels sont experts (Haugeland 1985). Ces deux systèmes fonctionneraient de façon complémentaire, allant peut-être même jusqu'à produire, face à un même problème, des solutions différentes. Cependant, lorsqu'il y a conflit, le système à base de règles pourrait supprimer certaines réponses venant du système associatif, mais

sans cependant pouvoir les inhiber toutes. Il est possible d'associer ces deux systèmes à deux formes de raisonnement qui se distinguent par les principes de calcul qu'ils implémentent. L'un traitant la similarité et la contiguïté, le second, des règles logiques. Sloman (1996) soulève deux aspects problématiques qu'entraîne la description de ces deux systèmes. Le premier problème est la difficulté de procéder à une reconstruction des niveaux d'analyse neuroanatomique et psychologique. Le deuxième problème est la nécessité d'une description des modes d'interactions entre ces deux systèmes. Evans (2003) reprend la distinction neutre de Stanovich et West (2000) entre les systèmes 1 et système 2 (S1 et S2). Ces deux systèmes, qui auraient une histoire évolutionniste différente, seraient en concurrence pour le contrôle de nos inférences et de nos actions. S1 est décrit par Evans (2003) comme étant le plus ancien des deux systèmes au plan de l'évolution, un système que nous partagerions avec les animaux. Ce système serait en fait un ensemble de sous-systèmes automatiques qui comprendraient à la fois des modules d'entrée innés, au sens où l'entend Fodor (1983, 2001), ainsi que des connaissances spécifiques à un domaine, acquises par apprentissage, et pour lesquelles nous avons acquis une certaine compétence. Les principales caractéristiques de ce système seraient sa rapidité, ainsi que son caractère parallèle et automatique. S2 serait quant à lui un système dont l'évolution est plus récente et spécifique à l'être humain. Celui-ci rendrait possible le raisonnement abstrait et hypothétique, bien qu'il soit limité par des contraintes de mémoire de travail. Nous savons par ailleurs que la mémoire de travail serait corrélée avec la mesure générale de l'intelligence. Certains auteurs insistent sur le rôle inhibitif de S2 dans la suppression du caractère par défaut des connaissances et des croyances en provenance de S1. Pour nous, l'avantage majeur de cette théorie, comme nous le verrons, est de fournir une explication à différents biais de raisonnement. Kahneman (2004) résume bien les deux systèmes en les mettant en perspective avec la perception dans le tableau suivant :

	Perception	Intuition S1	Raisonnement S2
Processus	Rapide Parallèle Automatique Aisé, sans effort Associatif Apprentissage lent		Lent Sériel Contrôlé Demande un effort Régi par des règles Flexible
Contenu	Percepts Stimulation actuelle Limité par les stimuli	Représentations conceptuelles Passé, présent et futur Peut-être évoqué par le langage	

Tableau 4.1 : Kahneman (2004)

Kahneman (2004) soutient que deux idées marquent les recherches en psychologie cognitivo-sociale (*social-cognitive*) durant les dernières décennies qui se sont écoulées. La première notion concerne le fait que les pensées diffèrent quant à leur accessibilité, certaines sont plus accessibles que d'autres. La seconde idée centrale est qu'il y a une distinction entre deux processus de pensée. Certains processus sont en effet intuitifs, alors que d'autres sont au contraire délibératifs.

4.4.2 Les mécanismes duaux pour expliquer le raisonnement déductif

Dans l'optique de la théorie des processus duaux telle que présentée par Evans (2003), il est possible d'expliquer les deux principaux types de biais de raisonnement qui ont été circonscrits grâce aux recherches sur le raisonnement déductif. Ces biais concernent les croyances ainsi que l'appariement perceptif.

4.4.2.1 Explication du biais de croyance en termes de processus duaux

Une des caractéristiques du raisonnement logique est d'être valide en vertu de sa structure, et non de son contenu. Cela implique qu'un raisonnement peut être valide, même si sa conclusion est empiriquement fausse. Or, les études sur le raisonnement ont identifié un biais relatif aux croyances. En effet, beaucoup de gens éprouvent de la difficulté à ignorer le contenu des prémisses et de la conclusion lorsqu'ils raisonnent. On peut ainsi observer que la tâche de raisonnement est influencée par la logique, mais aussi par des processus fondés sur les croyances (*belief-based process*), ce qui peut créer des situations de conflits cognitifs.

Evans (2003) propose une explication en termes de processus duaux. Ce dernier propose ainsi que malgré les efforts des participants pour raisonner logiquement, l'influence des croyances antérieures est très difficile à supprimer et est ainsi en compétition pour le contrôle de la réponse. Il y aurait ainsi une compétition entre deux types de stratégies : une stratégie logique en S2, et une seconde fondée sur les croyances en S1. Stanovich (2000) montre une corrélation entre, d'une part, la capacité à résoudre certains conflits entre logique et croyance en faveur de la première et, d'autre part, la mesure de la capacité cognitive générale (QI).

Stanovich (2000) est de ceux qui affirment que la pensée en S2 est à la fois volitive (*volitional*) et sensible aux instructions verbales, ce qui n'est pas le cas pour S1. Le rôle de S2 dans les cas de biais de croyance serait de supprimer le biais de façon indirecte par l'effort des individus à raisonner de façon déductive. Une des caractéristiques de S2 serait d'inhiber les réponses par défaut produites par S1. La lenteur du traitement dans S2 serait attribuable, en plus de la mémoire de travail, à l'effort et à la concentration de l'attention que ce genre de tâche requiert.

Nous avons vu avec Goel (2000, 2003) que le cortex préfrontal droit est recruté lors de la résolution d'un conflit de croyances. Ce dernier est ainsi impliqué dans

l'inhibition de la réponse biaisée par les croyances. Les théoriciens des processus duaux ont mis en évidence le lien de S1 et des connaissances et croyances antérieures.

4.4.2.2 Explication du biais d'appariement perceptif en termes de processus duaux

Evans (2003) rapporte que les partisans de la théorie des processus duaux ont souvent insisté sur le lien de S1 avec les connaissances antérieures et les croyances, mais également avec des processus heuristiques d'une nature davantage perceptuelle. Plus précisément, plusieurs théoriciens ont tenté de montrer l'utilisation possible d'une heuristique non logique, comme dans le biais d'appariement (*matching bias*), qui découle de la tâche de sélection des cartes de Wason (1968).

Ce biais d'appariement perceptif est une tendance à considérer le contenu lexical comme pertinent et, en conséquence, à négliger le traitement logique de la règle. Ce genre de biais se retrouve principalement dans les raisonnements de type abstrait, qui ne font pas appel aux connaissances et aux croyances. Dans ce genre de tâche, on a également observé la compétition des heuristiques de S1 avec les processus logiques de S2 dans la détermination du choix. Comme dans le précédent cas des biais de croyance, l'interprétation des biais d'appariement perceptif par la théorie des processus duaux repose sur des données neuropsychologiques.

La théorie des processus duaux explique la nature difficile de la version abstraite de ce test, sans contenu, comparé à la facilité avec laquelle nous arrivons à résoudre celle qui possède un contenu sémantiquement signifiant, par le fait que le premier requiert un raisonnement logique explicite et abstrait tel que rendu possible par S2, alors que la réponse à la version réaliste est fortement informée des connaissances antérieures pertinentes sous-tendues par les processus de S1.

Les présents résultats démontrent enfin l'implication de l'aire préfrontale ventromédiane droite dans l'accès à une pensée logique, lorsque les instruments déductifs sont bien utilisés chez des sujets sains, étant donné que cette partie n'est pas

active chez les sujets ayant reçu une instruction « logic-only ». Cette instruction consiste à se faire enseigner les règles de la table de vérité de l'implication strictement, et comme on l'a vu précédemment, les sujets ayant reçu cette instruction n'arrivent pas à éviter les erreurs dans le post-test.

L'activation du cortex préfrontal ventromédian droit, qui se situe à la jonction du cortex cingulé antérieur, est une partie constituante du système paralimbique servant à la régulation des processus émotionnels et cognitifs. De récentes études de Bush, Luu & Posner (2000) menées à l'aide de l'imagerie cérébrale et des techniques électrophysiologiques laissent penser que le cortex cingulé antérieur aurait une double fonction, dont une de détection et de correction des erreurs ou plus particulièrement, de détection des conditions sous lesquelles des erreurs peuvent se produire. Les activations observées dans le pulvinar droit et le cortex péristrié bilatéral peuvent être associées au filtrage de l'information visuelle provenant des formes géométriques provoquant le biais d'appariement perceptif qui doit être inhibé. L'activation décelée dans l'aire préfrontale gauche, située à la jonction du gyrus précentral et du gyrus frontal moyen, est par ailleurs connue pour son rôle dans la mémoire de travail spatial et des objets. Il est possible d'associer cette activité à la manipulation mentale de la propriété des stimuli (forme et couleur) de même qu'à la localisation spatiale (gauche pour l'antécédent vrai et droite pour le conséquent faux).

La thèse qu'Houdé (2001) dégage de ces expériences est que l'émotion et le sentiment assistent le raisonnement qui parvient à la logique déductive. Dans cette situation, le risque de commettre une erreur de logique est cognitif.

4.5 Un nouveau joueur à considérer : le rôle des émotions

L'étude de patients présentant des lésions cérébrales peut aussi être instructive pour comprendre le fonctionnement et les lieux où se réalise le raisonnement.

Étonnamment, l'étude de ces sujets met en lumière le lien entre le raisonnement et les émotions, que nous ne pourrions malheureusement qu'effleurer ici. Pour Damasio (1994), le cas de Phineas Gage au XIX^e siècle est paradigmatique en ce qu'il a pour la première fois mis en évidence le rapport entre des perturbations de la faculté de raisonner et une lésion cérébrale spécifique. Il établissait également un rapport entre la prise de décision et les émotions.

En 1848, Phineas Gage, 24 ans, travaille au déploiement d'un chemin de fer en Nouvelle-Angleterre. Malchanceux ou distrait, une barre de fer de 3 cm de diamètre lui transperça la joue gauche, suite à une explosion, pour ressortir par le sommet de son crâne. Miraculeusement, après l'accident il est lucide, il parle, marche. Il fut sur pied deux mois plus tard, après fièvre et infections. Alors qu'il semble sur tous les plans très normal, physiquement (outre le trou dans son crâne et la perte de son œil gauche) et intellectuellement. Le docteur Harlow, qui s'occupa du cas, observa que l'accident de Gage avait eu comme conséquence chez lui l'abolition de l'équilibre entre ses facultés intellectuelles et ses pulsions animales. Sa personnalité avait changé du tout au tout, caractère, goûts, antipathies, rêves, ambitions. Ses humeurs étaient changeantes, il était irrévérencieux et jurait. Il témoignait peu de respects à ses amis, ne supportait pas les contraintes et les conseils qui entravaient ses désirs. Bref, sa personnalité avait pris un virage à 180 degrés. Les informations sur cette affaire s'arrêtent à cette époque aux anecdotes biographiques de sa déchéance sociale et personnelle. Gage mourut en 1861 sans qu'aucune autopsie n'ait lieu. Le docteur Harlow lui-même n'apprit la nouvelle que cinq ans plus tard. Il eut néanmoins l'idée de faire exhumer le crâne et de récupérer la barre de fer afin de les confier aux soins du musée médical Warren de la faculté de médecine de l'université Harvard.

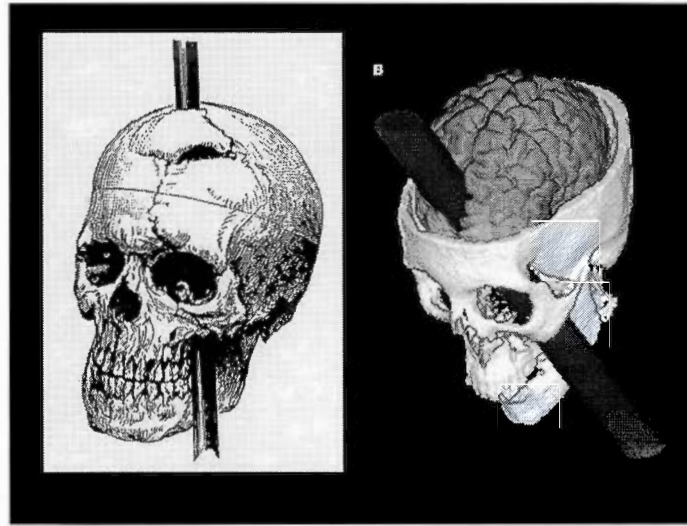


Figure 4.6 : Crâne de Gage

À cette époque, le cas de Gage ne servit qu'à illustrer l'aspect énigmatique des lobes frontaux. C'est à la même époque en Allemagne que travaillaient les neurophysiologistes Broca et Wernicke que nous avons vu précédemment. Rappelons que ces derniers postulaient l'implication d'aires frontales et temporales gauche dans le traitement linguistique, suite à l'observation de patients ayant subi des lésions, pour Broca, dans le lobe frontal gauche, et pour Wernicke, dans le lobe temporal gauche. Certains scientifiques de l'époque avaient affirmé que la lésion de Gage se situait au même endroit que celle des patients de Broca. Les mêmes lésions produisant des conséquences différentes, ces scientifiques en arrivaient ainsi à la conclusion que les hypothèses de Broca et Wernicke sur la spécialisation fonctionnelle étaient fausses.

En 1994, Hannah Damasio entreprit de préciser, à l'aide du crâne de Gage et de la barre de fer, les aires qui ont dû être touchées chez Gage, et ce, grâce à différentes technologies de pointe. Elle arrive à la conclusion que c'est la région préfrontale ventromédiane de l'hémisphère gauche, connue dans les processus normaux de prise de décision qui a été touchée. On trouve abolie suite à une lésion dans le cortex préfrontal, la capacité à programmer ses actions dans l'avenir, la conduite en fonction de règles sociales précédemment acquises et la réalisation de choix susceptibles d'être

avantageux pour la survie. Plus récemment, Damasio (1994) a observé un profil très semblable à celui de Gage chez Elliot, qui changea de comportement suite à un méningiome. Le cortex préfrontal ventromédian droit était touché chez Elliot, alors que c'était le gauche chez Gage.

D'après Tzourio-Mazoyer (2002) la partie inféro-interne du lobe frontal est de plus en plus connue pour son rôle dans le traitement et l'intégration des émotions. En réseau avec d'autres régions du cortex préfrontal, le cortex inféro-interne du lobe frontal permet la gestion de la motivation durant les tâches cognitives complexes. Le cas de Gage est important dans la mesure où il est le premier cas à montrer l'implication de l'émotion dans le raisonnement.

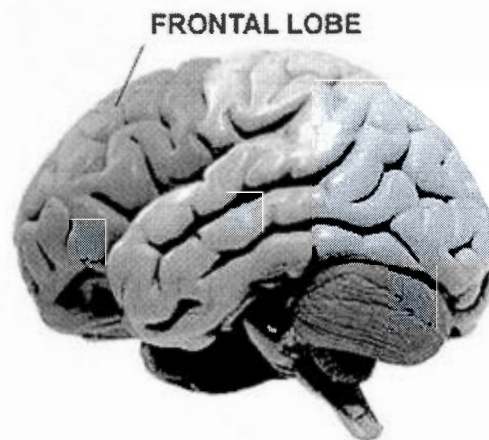


Figure 4.7 : Le lobe frontal

4.6 Conclusion du chapitre 4

Le développement de techniques d'imagerie cérébrale nous donne maintenant la possibilité de réajuster certaines théories de niveau psychologique telles que la théorie de la logique mentale et celle des modèles mentaux à la lumière des informations de niveau neurologique, soit, que le raisonnement est spatial lorsqu'il porte sur un matériel abstrait, ou linguistique, lorsque le contenu des prémisses est concret.

Kosslyn (2001) identifiait trois questions centrales débattues en psychologie cognitive du raisonnement : Raisonnons-nous logiquement ? Pourquoi commettons-nous des erreurs de raisonnement ? L'émotion peut-elle aider le raisonnement ? Houdé (2002) croit que les résultats d'imagerie cérébrale fonctionnelle permettent d'apporter des éléments de réponse à ces questions. À la première question, il est à l'heure actuelle possible de répondre que nous pouvons observer des réseaux dévolus à différentes composantes du raisonnement. Mais nous ne raisonnons pas que logiquement, nous appliquons également des stratégies perceptuelles dans certaines situations, stratégies qui peuvent souvent s'avérer très utiles.

Nous commettons certaines des erreurs parce que notre cerveau adopte parfois des stratégies plus économiques que la logique (habituellement cognitivement plus coûteuse), comme dans le traitement strictement perceptuel par exemple. Mais il est possible d'inhiber ces biais. En somme, l'atteinte à l'adolescence du « stade opératoire formel », selon Piaget, comme nous l'avons vu au chapitre III, ne suffit pas à raisonner de manière logique. Dans la version de la logique mentale de Piaget, toute personne normale, à l'adolescence, accède à la pensée formelle, grâce à laquelle nous pouvons faire tous les raisonnements qui font appel à la logique classique sans problème, mais les expérimentations montrent le contraire. Nous ne traitons pas d'emblée de façon logique les problèmes logiques, mais certaines tâches sont traitées d'une manière perceptuelle et automatique.

Pour ce qui est de savoir si l'émotion peut être utile au raisonnement, nous avons vu l'implication de régions cérébrales dédiées aux émotions et au sentiment de soi recrutés dans l'inhibition de biais d'appariement perceptif. L'accès à la logique déductive dépendrait de l'aire préfrontale ventromédiane droite déjà connue pour son rôle en ce qui a trait aux émotions. Ceci inscrit ces données en faux contre Descartes qui opposait raison et émotions. Alors oui, l'émotion contribue au raisonnement logique. Nous verrons maintenant les conclusions que nous pouvons tirer de ces études sur la logique en ce qui concerne l'enseignement de la logique.

CHAPITRE V

CONCLUSION

Le présent mémoire vise à l'établissement d'un dialogue interdisciplinaire entre la logique comme théorie normative du raisonnement déductif, la psychologie en tant que théorie descriptive du raisonnement effectif, les neurosciences comme étude des assises biologiques de nos comportements psychologiques, ainsi que l'enseignement de la logique comme domaine d'application pratique de la synthèse de ces connaissances normatives et empiriques. Selon nous, chacune de ces disciplines possède une pertinence telle qu'elles peuvent, par rétroaction, contribuer à l'avancement des autres disciplines auxquelles elles sont liées. En ce sens, les données de la psychologie cognitive, de la linguistique et des neurosciences constituent un défi théorique pour les autres disciplines et peuvent ainsi contribuer à leur raffinement respectif.

Nous avons annoncé, dès l'introduction de ce mémoire, que notre objectif était la formulation d'un projet d'amélioration de l'enseignement de la logique, et plus spécifiquement, de l'implication logique. On peut ainsi penser que ce dialogue interdisciplinaire entre logique et neurosciences, peut être profitable pour l'enseignement de la logique. L'aspect proprement philosophique de ce mémoire est double : il concerne l'élaboration des normes logiques du raisonnement et le statut épistémologique de ces normes, tel que développé dans notre naturalisme modéré.

Pour conclure ce mémoire, nous allons rappeler d'abord le projet mélioratif de l'épistémologie traditionnelle ainsi que la place qu'y occupe la question de la normativité. Nous verrons ensuite en quoi le projet mélioratif des épistémologies naturalistes se distingue de celui l'épistémologie traditionnelle. Nous verrons en troisième lieu comment le projet mélioratif de l'enseignement de la logique peut s'inspirer de celui de la pragmatique, et ce, par le biais d'un survol des différentes problématiques philosophiques qu'a soulevé chacun des quatre chapitres de notre mémoire. Finalement, nous développerons le projet que nous proposons pour l'enseignement de la logique.

5.1 Le projet mélioratif de l'épistémologie

5.1.1 Le projet mélioratif de l'épistémologie traditionnelle

Nous avons vu dans le premier chapitre de notre mémoire que, pour Pacherie (à paraître), le souci mélioratif qui anime le projet de l'épistémologie traditionnelle provient du fait qu'une « analyse des conditions de la connaissance doit nous éclairer sur la manière de procéder pour mieux atteindre nos buts épistémiques.⁸ »

Le projet de l'épistémologie traditionnelle (ÉT) est d'apporter une réponse au défi sceptique au sujet de la possibilité de la connaissance. L'ÉT se donne ainsi pour tâche de déterminer en quoi consiste la connaissance, mais aussi, ce qui la rend possible. La connaissance y est définie en termes de croyance vraie justifiée. Dans cette définition de la connaissance, c'est la notion de justification qui est proprement

⁸ Pacherie (à paraître) p. 1.

épistémologique (Kim 1998). L'épistémologie se donne ainsi pour tâche d'analyser la notion de justification et d'identifier les critères que doivent rencontrer les croyances vraies pour être dites justifiées. Le concept de justification étant un concept normatif, l'épistémologie acquiert ainsi, dans le cadre de l'épistémologie traditionnelle, un statut normatif. Dans la mesure où la question de la normativité est du ressort de la justification, qui est une notion proprement épistémologique, et que notre mémoire porte sur la normativité, notre mémoire est ainsi épistémologique.

Une des propriétés fondamentales de l'entreprise épistémologique traditionnelle est donc son caractère essentiellement normatif. Une seconde caractéristique de l'épistémologie traditionnelle est sa dimension méliorative dans la mesure où une analyse des conditions de la connaissance peut nous aider à améliorer nos moyens d'atteindre la connaissance. Une troisième propriété, qui atteint son apogée dans les approches fondationnalistes qui succède à celle de Frege, est de concevoir l'épistémologie comme une enquête *a priori* de nature logique et conceptuelle. L'épistémologie traditionnelle est donc une entreprise méliorative et normative *a priori*.

Pacherie (2002) souligne que la première forme d'aprioricité que l'on retrouve dans l'épistémologie traditionnelle concerne la méthodologie logique et conceptuelle qui ne prend pas en compte la façon dont les théories scientifiques émergent et se développent. La seconde forme d'aprioricité réside dans le fait que le critère de justification proposé est logique, et non psychologique, et donc *a priori*. La croyance étant justifiée en vertu de ses propriétés logiques ou de ses relations avec les autres croyances, l'aspect psychologique des croyances (génération et maintien des croyances) n'est pas jugé pertinent pour le problème de la justification.

Différentes critiques qui ont été adressées à l'épistémologie ont donné lieu à différents projets de naturalisation de l'épistémologie. Le projet des épistémologies naturalistes se distingue de celui de l'épistémologie traditionnelle. Rappelons comment.

5.1.2 Le projet mélioratif des épistémologies naturalisées

Il est possible de distinguer, à l'intérieur des épistémologies naturalistes, différentes positions face à la question de la normativité, qui reposent sur la critique qu'elles font du projet de l'épistémologie traditionnelle, mais aussi sur la conception que l'on se fait de la place qu'occupe la normativité.

Il y a en effet différentes formes d'épistémologies naturalisées selon Stich (1993). L'épistémologie naturaliste radicale de Quine s'oppose à la double réduction, conceptuelle et doctrinale, de l'épistémologie traditionnelle, et ce, par le problème de l'induction et le holisme de la confirmation. Les raisons quiniennes de proposer une naturalisation de l'épistémologie, de remplacer l'épistémologie par la psychologie, étaient négatives, dans la mesure où elles venaient du constat d'échec du projet de l'épistémologie traditionnelle.

La critique naturaliste que Quine fait au fondationnalisme est que leur stratégie est vouée à échouer car elle repose sur deux types d'aprioricités inacceptables. La normativité qui est au cœur de l'épistémologie traditionnelle est *a priori*, alors que les épistémologies naturalistes utilisent un autre type de norme comme critère d'évaluation du projet mélioratif, soit, l'expertise. Quine rejette l'aspect normatif de l'épistémologie traditionnelle dans son aspect *a priori*, mais il ne rejette pas la normativité comme outil pour évaluer le mérite épistémique de différents processus de formation de croyances. Le processus de formation des croyances ne peut être évalué sans prendre en considération les données empiriques. L'approche pragmatiste de Simon et de Stich vise précisément à s'appuyer sur ces données empiriques.

Selon Pacherie (2002), autant l'épistémologie naturalisée radicale de Quine que les épistémologies naturalistes modérées souhaitent une réintroduction de la psychologie dans l'épistémologie, mais pour des raisons différentes. Alors que l'ÉNRR oppose le problème de l'induction à la réduction doctrinale et le holisme de la confirmation à la réduction conceptuelle de l'ÉT, l'ÉNRM souligne que l'ÉT, Frege en

particulier, s'est égarée en perdant de vue qu'une recherche sur la connaissance ne peut faire abstraction de nos limites cognitives et de l'environnement dans lequel nous nous situons. C'est en ne tenant pas compte de nos limites cognitives que l'entreprise fondationnaliste a porté sur les relations logiques entre les propositions et non sur la génération psychologique des croyances et les relations causales entre l'esprit et le monde.

Au sujet de la conception générale de l'objectif de l'épistémologie, l'épistémologie naturaliste modérée retient les aspects normatifs et mélioratifs de l'ÉT en insistant sur le fait que la cognition humaine est un enjeu important. Le deuxième principe au cœur des l'ÉNM est que le statut épistémique d'une affirmation dépend de la nature des processus psychologiques qui génèrent et maintiennent les croyances. La tâche de l'épistémologie est alors d'énoncer les conditions que ces processus psychologiques doivent satisfaire pour produire des croyances justifiées. Ce qui revient à prendre en compte les contraintes du système cognitif et du monde.

Stich (1993) tente de distinguer trois types de projets de naturalisation de l'épistémologie qui vont d'un naturalisme fort (*strong*) à un naturalisme faible (*weak naturalism*). La thèse que partagent les tenants d'une approche naturaliste de l'épistémologie est que les sciences empiriques ont une incidence sur l'épistémologie. Cela implique que les questions épistémologiques peuvent être investiguées et, dans certains cas, résolues par l'utilisation des méthodes développées par les sciences naturelles et sociales. Ainsi, l'épistémologie naturalisée affirme que toute question épistémologique peut être résolue avec l'aide des méthodes des sciences naturelles et sociales.

La thèse centrale du naturalisme fort peut être énoncée ainsi : toute question épistémologique est une question scientifique. Un naturalisme faible affirme plutôt qu'il existe au moins une question épistémologique telle qu'elle peut être résolue par la science.

Un premier type de projet radical de naturalisation est inauguré par Quine tandis que, par exemple, une version naturalisée du fiabilisme (*reliabilism*) est un cas d'un

second type de projet de naturalisation. Le troisième type de projet se situe dans la tradition du pragmatisme. Stich (1990) s'inscrit dans ce courant, de même que Herbert Simon. Un troisième projet naturaliste se situe dans une approche pragmatique d'évaluation des stratégies de raisonnement débute par une étape normative qui consiste à déterminer quels sont les buts pertinents pour l'évaluation des stratégies de raisonnement. Une enquête empirique peut être utile à cette tâche, mais elle ne peut à elle seule nous dire quels sont nos buts. Le projet pragmatique est donc une version faible du naturalisme. La seconde étape consiste à identifier les gens qui sont considérés comme atteignant les buts qu'ils s'étaient fixés. La troisième étape est de taille : il s'agit d'identifier les stratégies de raisonnement utilisées quand les sujets atteignent avec succès leurs buts spécifiques. Mais ces stratégies n'ont pas à assumer qu'elles sont les meilleures stratégies possibles.

Stich (1993) présente Herbert Simon comme un représentant de l'approche pragmatiste et comme exemple de réussite d'une étude épistémologique pragmatiste naturalisée (*pragmatist naturalised epistemology*) du raisonnement scientifique. L'objectif de Simon est de simuler à un niveau computationnel le raisonnement de gens qui sont des « experts » à faire de la science. L'approche de Simon ne consiste pas à construire une logique de la découverte scientifique en partant de principes *a priori* ou d'arguments philosophiques sur comment la science devrait procéder. L'approche de Simon est empirique. Afin de savoir comment produire de bonnes théories scientifiques, Simon et son équipe étudient et tentent de simuler le raisonnement des « bons » scientifiques. Ce type d'étude peut être rapproché de l'étude des « systèmes experts » étudiés en intelligence artificielle (IA). La notion intéressante ici est celle d'expert. L'expertise représente un idéal, mais un idéal qui tient compte des limites cognitives humaines. Il y a ainsi ce qui devrait être, il y a ce qui est, mais aussi ce qui peut être, ce qu'il est possible d'espérer qu'il soit. L'étape normative du projet de Simon est essentielle, car elle consiste à identifier le groupe de raisonneurs jugé comme raisonnant de manière à atteindre leurs buts épistémiques,

mais aussi à choisir la stratégie à utiliser. La vérité ne sera cependant pas le critère pour juger des « bons raisonneurs », mais le « succès » eu égard aux buts poursuivis.

Il faut retenir que l'ÉNM conserve de l'ÉT sa dimension méliorative et se donne pour tâche de spécifier les stratégies permettant d'atteindre nos objectifs épistémiques. L'ÉNM est une entreprise normative dans un sens minimal dans la mesure où elle offre des normes, des critères pour évaluer nos buts épistémiques. Le rôle de la normativité est comparable à la tâche de l'ingénieur civil dont le but est d'évaluer un projet de construction d'un pont. En ce sens, la normativité joue un rôle restreint dans l'ÉNM.

5.2 *Le projet mélioratif de l'enseignement de la logique*

La position que nous souhaitons adopter face à la question de la normativité est de considérer la configuration suivante de trois types de normes. Dans un premier temps, il y a la norme logique, que l'on dit *a priori*, et dont nous avons parlé dans le chapitre II. Ce qui est devenu une norme logique est le produit de la recherche de quelques rares personnes seulement. La norme logique n'est pas atteinte par tous les êtres humains, dans la mesure où sans instruction, la plupart des gens ne poussent pas leur réflexion à ce point dans ce domaine. Dans un second temps, un second type de norme provient de l'expertise. Dans un domaine donné, une certaine proportion de gens acquiert une expérience non négligeable qui peut être érigée en normes. Dans un troisième temps, la norme correspond à la moyenne des gens en général.

Si l'enseignement de la logique consiste à faire des êtres humains des citoyens experts ou compétents, le projet mélioratif pragmatiste en matière de raisonnement consiste alors à identifier quelles sont les stratégies inférentielles citoyennes gagnantes afin des les instituer en normes d'expertise, lesquelles seront utilisées pour juger de la performance des individus en regard des objectifs qu'ils poursuivent.

Voyons maintenant le projet mélioratif que nous sommes en mesure de proposer suite à chacun des chapitres de notre mémoire.

5.3 Les conclusions de notre mémoire

Nous avons étudié dans le chapitre II les normes logiques qui structurent la confection des tests psychologiques, mais ces normes logiques sont également utilisées pour juger de la performance des sujets dans la réalisation de ces tâches.

Nous avons d'abord vu que la définition de norme référerait à deux réalités. La première définition revoit à la logique comme science dont l'objet est l'étude des normes de la vérité. Il en découle une notion de norme comme formule de ce qui doit être. La seconde définition, quant à elle, concerne la psychologie puisqu'il s'agit de la façon dont les gens raisonnent en moyenne. Il en découle une notion de norme qui fait état de la situation habituelle de la majorité des gens. Cette distinction entre deux types de normes ne doit pas mener à un affrontement, mais à une façon de procéder. Ainsi, la norme psychologique, la moyenne, doit servir de point de départ, de condition initiale de l'apprentissage qui doit mener à un point d'arrivée, la norme de vérité, l'idéal. Car bien que la norme logique ne corresponde pas exactement à la norme psychologique, elle possède une vertu épistémique non négligeable en ce qu'elle est valide. Les normes logiques sont nécessaires dans la mesure où elles seront utilisées à la fois pour élaborer les tests psychologiques que nous avons vus au chapitre III, mais elles seront également utilisées comme étalon pour juger les performances des sujets.

La logique a été développée il y a longtemps, par un petit nombre de savants, comme outil formel pour la formulation des théories scientifiques. Mais appliquons-nous ces mêmes principes dans nos raisonnements de tous les jours ? Nous avons vu

que la logique est une discipline normative qui explicite les règles qui assurent de la validité des raisonnements.

Nous avons également vu que les syllogismes, comme ceux de l'implication, sont valides en vertu de leur structure formelle et non pas de leur contenu. Cela implique que nous sommes en mesure de faire abstraction du contenu des propositions des raisonnements. L'implication logique est fautive dans un seul cas : lorsque l'antécédent est vrai et que le conséquent est faux.

Le chapitre III s'est tourné vers la psychologie du raisonnement. La philosophie et la psychologie n'ont été qu'une seule et même discipline, c'est-à-dire normative et *a priori*, durant près de 2 500 ans. L'aspect psychologique de la philosophie fut ainsi largement spéculative jusqu'au 19^e siècle en raison du manque d'observations empiriques contrôlées par l'expérimentation. Leurs questions ont de tout temps été relativement les mêmes, mais les moyens pour y répondre se sont considérablement développés en psychologie à travers les deux derniers siècles. Dans quelle mesure la logique doit-elle rester perméable aux remaniements des théories psychologiques du raisonnement ?

Les résultats des tests psychologiques remettent en question les conceptions mises de l'avant par Aristote, Boole et Piaget, eux qui n'avaient pas prévu que la recherche empirique trouverait des déviations des normes logiques d'une telle envergure. En affirmant que l'atteinte de l'adolescence était suffisante pour la maîtrise du raisonnement hypothético-déductif a incité à penser l'acquisition des compétences logiques comme étant automatique, Piaget avait donné à l'enseignement de la logique une forme particulière. Mais lorsque l'on sait que même l'âge adulte ne fait pas nécessairement de nous des logiciens, l'enseignement de la logique prend tout son sens. Le modèle de l'agent logique doit être remanié, tout comme le modèle classique de l'agent rationnel qui maximise son utilité. Des économistes comme Simon ont, à ce sujet, introduit plutôt la notion de rationalité limitée. Cela pose un problème intéressant à la logique puisqu'au niveau logique, c'est la structure qui est jugée et donc prise en compte. Cela implique que nous fassions abstraction du

contenu des prémisses, alors que l'on constate dans le cas des biais de croyance que la chose est difficile lorsque le contenu de la conclusion contrevient à nos croyances. Nous ne faisons pas tant abstraction du contenu ou du contexte lorsque nous raisonnons logiquement. Le contenu des prémisses agit comme un écran qui cache souvent la structure logique d'un problème. La résolution du problème nécessitant l'accès à cette structure sur laquelle appliquer les règles.

Bien qu'il soit suspect que la théorie de la logique mentale soit une théorie syntaxique qui postule un traitement linguistique et que les résultats montrent que le traitement linguistique serve aux syllogismes avec contenu sémantique, alors que la théorie des modèles mentaux qui se dit sémantique postule un traitement spatial, on voit que le traitement visuo-spatial s'opère sur des syllogismes sans contenu sémantique. On peut donc avancer l'idée d'une possibilité d'encourager une représentation visuo-spatiale dans le traitement des syllogismes sans contenu sémantique et une représentation et des stratégies de traitement linguistique pour les syllogismes avec un contenu sémantique.

Nous avons vu au chapitre quatre que les résultats des tests de Houdé (2001) nous font prendre conscience de l'importance de comprendre les erreurs que nous avons naturellement tendance à commettre, afin de nous en mieux prémunir. Cette notion d'erreur a par exemple donné lieu au développement d'une pédagogie de l'erreur chez Astolfi (2004). Nous croyons qu'il est important de retenir des expérimentations psychologiques, ce sont les types d'erreurs que les différentes expérimentations ont permis d'identifier. Nous nous sommes particulièrement arrêtés aux biais de croyances et au biais d'appariement perceptif, mais ces erreurs ne sont pas les seules répertoriées. Il est à notre avis important de connaître ces erreurs que nous avons tendance à faire, afin de nous en prémunir. La pragmatique linguistique apporte des éléments importants à la discussion. Elle soulève entre autres la différence entre la logique comme science formelle et la compréhension que nous avons de la causalité par l'intermédiaire du langage naturel. Comme dans la recherche

scientifique, le cloisonnement disciplinaire est un frein aux liens possibles entre les connaissances produites par les différentes disciplines.

5.4 Le projet mélioratif que nous proposons

Dans le système scolaire québécois, la logique est explicitement enseignée dans le cadre du baccalauréat en philosophie. De façon implicite, on en retrouve une partie en mathématique et en informatique. À la lumière de ce que nous avons vu dans notre mémoire, voici le projet mélioratif que nous proposons pour améliorer cet enseignement de la logique.

Dans le cas de la logique, ne pourrait-on pas affirmer que l'enseignement a pour but de rendre nos raisonnements meilleurs ? Ou s'agit-il de rendre nos raisonnements quotidiens plus conformes aux normes de la logique ? Si notre raisonnement quotidien est davantage valide, notre raisonnement moral ne peut-il pas en bénéficier ? Compte tenu de la place que le raisonnement conditionnel joue dans la cognition humaine, on serait en droit de s'attendre à ce que ce type de raisonnement soit enseigné explicitement, puisqu'il l'est du moins souvent implicitement dans l'enseignement du français et des mathématiques. Les opérateurs logiques devraient être enseignés explicitement en étant mis en relation avec des éléments précédemment vus dans les cours de français et de mathématiques.

L'implication peut être entendue dans un sens formel, avec ses caractéristiques, mais elle est également utilisée dans le langage courant. Il est à notre avis important de faire explicitement ces liens dans l'enseignement. Comme point de départ, ce lien rattache le nouveau contenu formel aux expériences passées du langage naturel. Des liens peuvent ainsi être faits avec le français, la grammaire. Il existe par ailleurs des liens entre les mathématiques et la logique.

Les liens qui peuvent être faits entre logique et français ainsi, un lien explicite qui peut être fait entre les marqueurs grammaticaux et la ponctuation que nous connaissons déjà, et les connecteurs de la logique classique. Les liens que nous pouvons faire entre la logique et l'enseignement des mathématiques concernent le fait que certaines propriétés algébriques sont partagées à la fois par des opérateurs mathématiques et par certains opérateurs logiques. Par exemple, la multiplication en mathématique partage avec conjonction logique les propriétés de commutativité et d'associativité.

En fin de compte, la norme psychologique, de même que les erreurs que nous avons tendance à commettre peuvent être prises comme condition initiale, comme point de départ à l'éducation logique. Le but de l'éducation serait ainsi d'atteindre la norme logique, un idéal. Un idéal souhaitable pour ses vertus épistémiques.

Le domaine de l'éducation devrait être le lieu de l'intégration des connaissances théoriques d'un ensemble de disciplines. Pour Houdé et al. (2002), la compréhension des mécanismes mentaux qui permettent le passage des erreurs de raisonnement à la pensée logique constitue un enjeu important pour l'éducation car nous n'avons pas tendance à raisonner logiquement, alors que le raisonnement logique est nécessaire à la bonne marche de la société, selon nous. Il s'agit d'étudier les bases cérébrales des erreurs de raisonnement, mais également les mécanismes qui nous permettent de raisonner logiquement.

Dans la mesure où notre but épistémique est d'acquérir de la connaissance, l'enjeu épistémologique de l'enseignement de la logique est de permettre aux étudiants d'acquérir des structures efficaces de traitement de l'information qui prennent en compte nos limites cognitives. Nous sommes soumis à une quantité sans cesse croissante d'informations de toutes sortes. L'ensemble des connaissances encyclopédiques et historiques est impossible à acquérir. Il nous paraît alors important, non pas d'acquérir seulement des informations, mais d'acquérir, ce qui ne se fait pas sans information, des bonnes structures de traitement de l'information. Je crois que cette notion de structure, regroupe certaines connaissances, par exemple les

racines grecques et latines, qui sont des connaissances qui permettent une multitude d'inférences sur le sens des mots par l'intermédiaire des racines dont ils sont constitués. Ces liens pourront éventuellement être étudiés dans une recherche future.

Nous voudrions terminer sur une citation de Lieury & L Haye (2004) qui conclut l'introduction de *Psychologie cognitive et éducation* en ces termes : « Bref, si la recherche scientifique doit émettre des propositions d'amélioration pour la pédagogie, elle doit le faire de façon circonspecte en collaboration avec les acteurs de l'éducation, après validation sur le terrain, adaptation, et en interaction avec les objets de la pédagogie (didactique). » Cette citation illustre bien que les modestes conclusions de ce mémoire ne sont que le début d'un nouveau cycle de dialogues interdisciplinaires, car l'application éventuelle de moyens didactiques devra être évaluée et les données destinées à être évaluées par les disciplines dont elles sont issues.

RÉFÉRENCES

- Anderson, J. R. and Bower, G. H. 1973. *Human Associative Memory*. Washington, DC : Winston.
- Andler, D, Fagot-Largeault, A. et B. Saint-Sernin. 2002. *Philosophie des sciences*, 2 volumes. Paris : Gallimard.
- Andler, D. 2004. *Introduction aux sciences cognitives*. Paris : Gallimard.
- Astolfi, J.-P. 2004. *L'erreur, un outil pour enseigner*. ESF éditeur.
- Boyer, P. 2001. *Et l'homme créa les dieux : comment expliquer la religion ?* Paris : R. Lafond.
- Braine, M. D. S., O'Brien. 1998. *Mental Logic*. Londres : Erlbaum.
- Braine, M. D. S., Reiser, B. J. et B. Romain. 1984. « Some empirical justification for a theory of natural propositional logic ». In *The Psychology of Learning and Motivation*, édité par G.H. Bower. New York : Academic Press.
- Broca. 1861. « Loss of Speech, Chronic Softening and Partial Destruction of the Anterior Left Lobe of the Brain ». *Bulletin de la Société Anthropologique*, vol. 2, p. 235-238
- Bush, G., Luu, P. et M. I. Posner. 2000. « Cognitive and emotional influences in anterior cingulate cortex ». *Trends in Cognitive Sciences*, vol. 4, p. 215-222.
- Byrne, R. M. J. 1989. « Suppressing valid inferences with conditionals ». *Cognition*, vol. 31, p. 61-83.
- Carnap, R. 1949. *Meaning and Necessity : a study in semantics and modal logic*. Chicago : Chicago University press.
- Chomsky, N. 1969. *La linguistique cartésienne*. Paris : Seuil.
- Clark, A. 1993. *Associative Engines*. Cambridge (Mass.) : MIT Press.
- Clark, H. H. 1969. « Influence of language on solving three term series problems ». *Journal of Experimental Psychology*, vol. 82, p. 505-514
- Cohen, C. E. 1981. « Person categories and social perception: Testing some boundary conditions of the processing effects of prior knowledge ». *Journal of Personality and Social Psychology*, vol. 40, p. 441-452
- Damasio, A. 2006. *L'erreur de Descartes*. Paris : Odile Jacob.
- Davidson, D. 1974. « On the very idea of a conceptual scheme ». Repris dans D. Davidson, 1984, *Inquiries into Truth and Interpretation*, Oxford : Oxford University Press.
- De Soto, C.B., London, M. et S. Handel. 1965. « Social reasoning and spatial paralogic ». *Journal of Personality and Social Psychology*, vol. 2, p. 293-307

- Dennett, Daniel. 1978. *Brainstorms*, Cambridge (Mass.) : MIT Press.
- Dennett, Daniel. 1981. « True Believers », repris dans Dennett (1987).
- Durozoi, G., et A. Roussel. 1990. *Dictionnaire de philosophie*, Nathan.
- Evans, J. St. B. T. 1982. *The psychology of deductive reasoning*. Londres : Routledge and Keagan Paul.
- Evans, J. St. B. T. 1989. *Bias in Human Reasoning: Causes and Consequences*. Hove (G. B.) : Lawrence Erlbaum Associates.
- Evans, J. St. B. T. 1991. « Theories of Human reasoning: The Fragmented state of the Art ». *Theory and Psychology*, vol. 1, p. 83-105.
- Evans, J. St. B. T. 1995. « Relevance and reasoning ». In *Perspectives on thinking and reasoning*, édité par S. E. Newstead et J.St.B.T Evans. Hove (G. B.) : Lawrence Erlbaum Associates.
- Evans, J. St. B. T. 2003. « In two minds: dual-process account of reasoning ». *Trends in cognitive science*, vol. 7, no. 10, p. 454-459.
- Evans, J. St. B. T., Newstead, S. E. et R. M. J. Byrne. 1993. *Human Reasoning: the Psychology of Deduction*. Hove (G. B.) : Lawrence Erlbaum Associates.
- Evans, J. St. B. T., Over, D. 1996. *Rationality and Reasoning*. Hove (G. B.) : Lawrence Erlbaum Associates.
- Fodor, J. A. 1979. *The language of Thought*. Cambridge : Harvard University Press.
- Fodor, J. A. 1981. « Three cheers for propositional attitudes ». In *Representations*. Cambridge (Mass.) : MIT Press.
- Fodor, J. A. 1988. *Psychosemantics: The Problem of Meaning in the Philosophy of Mind*. Cambridge (Mass.) : MIT Press.
- Frege, G. 1879. *Écrits philosophiques et logiques*. Paris : Seuil.
- Gettier, E. L. 1963. « Is justified true belief knowledge? ». *Analysis*, vol. 23, p. 121-123.
- Gigerenzer, G. et R. Selton. 2001. « Bounded Rationality », in *Bounded Rationality, The adaptative Toolbox*, édité par G. Gigerenzer. Cambridge (Mass.) : MIT Press.
- Goel, V. (in press). « Cognitive Neuroscience of Deductive Reasoning ». In *Cambridge Handbook of Thinking & Reasoning*, édité par K. Holyoak et R. Morrison. Cambridge : Cambridge University Press.
- Goel, V. et R. Dolan. 2004. « Differential involvement of left prefrontal cortex in inductive and deductive reasoning ». *Cognition*, vol. 93, p. B109-B121.
- Goel, V., Buchel, C., Frith, C. et R. Dolan. 2000. « Dissociation of Mechanisms Underlying Syllogistic Reasoning ». *NeuroImage*, vol. 12, no. 5, p. 504-514.
- Grafman, J. et V. Goel. 2002. « Neural Basis of Reasoning ». In *Encyclopedia of Cognitive Science*. Macmillan.
- Griggs, R. A. et J. R. Cox. 1982. « The elusive thematic-materials effect in Wason's selection task ». *British Journal of Psychology*, vol. 73, p. 407-420.
- Harman, G. 1982. « Metaphysical realism and moral relativism ». *Journal of Philosophy*, vol. 79, p. 568-575.

- Haugeland, J. 1985. *Artificial Intelligence: The very idea*. Cambridge (Mass.) : MIT Press.
- Houdé, O. 2002. « Le raisonnement logique ». In *Cerveau et psychologie*, édité par O. Houdé, B. Mazoyer et N. Tzourio-Mazoyer, 547-582. Paris : PUF.
- Houdé, O. et S. Moutier. 1996. « Deductive reasoning and experimental inhibition training ». *Current Psychology of Cognition (CPC)*, vol. 15, p. 409-434.
- Houdé, O., Zago, L., Crivello, F., Moutier, S., Pineau, A., Mazoyer, B. et N. Tzourio-Mazoyer. 2001. « Access to deductive logic depends on a right ventromedial prefrontal area devoted to emotion and feeling: Evidence from a training paradigm ». *NeuroImage*, vol. 14, p. 1486-1492.
- Houdé, O., Zago, L., Mellet, E., Moutier, S., Pineau, A., Mazoyer, B. et N. Tzourio-Mazoyer. 2000. Shifting from the perceptual brain to the logical brain: The neural impact of cognitive inhibition training. *Journal of Cognitive Neuroscience*, vol. 12, p. 721-728.
- Hume, D. 1947. *Enquête sur l'entendement humain*. Paris : Gallimard, traduction du texte anglais de 1748.
- Husserl, E. 1900. *Les recherches logiques*. Paris : PUF (1991).
- Huttenlocher, J. 1968. « Constructing spatial images: a strategy in reasoning ». *Psychological Review*, vol. 75, p. 550-560.
- James, W. 1890. *The Principles of Psychology*. Hillsdale : Lawrence. Erlbaum.
- Johnson-Laird, P. N. 1983. *Mental Models*. Cambridge : Harvard University Press.
- Johnson-Laird, P.N. et R. J. M. Byrne. 1991. *Deduction*. Hove (G. B.) : Lawrence Erlbaum Associates.
- Kahneman D., Slovic P. et A. Tversky. 1982. *Judgment under Uncertainty: Heuristics and Biases*. New York : Cambridge University Press.
- Kahneman, D. 2004. Maps of bounded rationality : a perspective on intuitive judgement and choice. *Prize Lecture*, 8, p. 499-489.
- Kant, E. 1781. *Critique de la raison pure*. Paris : Flammarion.
- Kim, J. 1988. « What is 'Naturalized Epistemology' ». In *Philosophical Perspectives*, 2, édité par J. E. Tomberlin. Atascado (Calif.) : Ridgeview.
- Kitcher, P. 1992. « The naturalists return ». *Philosophical Review*, vol. 101, p. 53-114.
- Kosslyn, S. M. 2001. *Psychology : The Brain, the Person, the World*. Allyn and Bacon.
- Lakatos, I. 1978. *Philosophical Papers, volume I*. Cambridge : Cambridge University Press.
- McDowell, J. 1994. *Mind and World*. Cambridge (Mass.) : Harvard University Press.
- O'Brien, D. P., Dias, M. G. et A. Roazzi. 1998. « Conditional reasoning : The Logic of supposition and children's understanding of pretense ». In *Mental logic*, édité par M. D. S. Braine et D. P. O'Brien. Londres : Erlbaum.
- Pacherie, E. (à paraître). « Naturalisme et justification ».
- Pacherie, E. 2002. « Naturalistic epistemologies and normativity ». *Croatian Journal of Philosophy*, vol. 2, no. 6, p. 299-317.

- Pascual-Leone, J. 1988. « Organismic process for neo-Piagetian theories ». In *The Neo-Piagetian Theories of Cognitive Development*, édité par A. Demetriou, p. 25-64. Amsterdam : North-Holland.
- Piaget, J. 1970. *L'épistémologie génétique*. Paris : PUF.
- Politzer, G. 1991. « Introduction ». *Intellectica*, vol. 1, no. 11, p. 7-13.
- Popper, K. R. 1973. *La Logique de la découverte scientifique*. Paris : Payot.
- Quine, W. V. O. 1951. « Two dogmas of empiricism ». Repris dans W. V. O. Quine, *From a Logical Point of View*. Cambridge (Mass.) : Harvard University Press, 1963.
- Quine, W. V. O. 1960. *Word and Object*. Cambridge (Mass.) : MIT Press ; trad. fr. de J. Dopp et P. Gochet, *Le mot et la chose*, Paris : Flammarion, 1977.
- Quine, W. V. O. 1969. « Epistemology Naturalized ». In *Ontological Relativity and Other Essays*. New-York : Columbia University Press, p. 69-90 ; repris dans *Naturalizing Epistemology, second edition*, édité par Kornblith, p.15-31, 1993, Cambridge (Mass.) : MIT Press.
- Quine, W. V. O. 1986. « Reply to Morton White ». In *The Philosophy of W. V. Quine*, édité par L. E. Hahn et P. A. Schilpp, p. 663-665.. La Salle : Open Court
- Richer, F., Chouinard, M. J. et W. S. Marcantoni. 2005. *Neuropsychologie*. Montréal : COOP UQAM.
- Russell, B. A. W. 1903. *The Principles of Mathematics*. Londres : Allen and Unwin.
- Sellars, W. 1963. « Empiricism and the philosophy of Mind ». In *Science, Perception, and Reality*. Londres : Routledge et Kegan Paul.
- Seron, X. 2002. *La neuropsychologie cognitive*. Paris : PUF.
- Simoneau, M. 2006. « Raisonnement conditionnel... ». Thèse de doctorat. Montréal : Université du Québec à Montréal.
- Sloman. 1996. « The Empirical Case for Two Systems of Reasoning ». *Psychological Bulletin*, vol. 119, no. 1, p. 3-22.
- Sperber, D., Cara, F. et V. Girotto. 1995. « Relevance theory explains the selection task ». *Cognition*, vol. 57, p. 31-95.
- Stanovich, K. E. et R. F. West. 2000. « Individual differences in reasoning: Implications for the rationality debate ». *Behavioral and Brain Sciences*, vol. 23, p. 645-726.
- Stich, S. 1990. *The Fragmentation of Reason*. Cambridge (Mass.) : MIT Press.
- Stich, S. 1993. « Naturalizing Epistemology: Quine, Simon and the Prospects for Pragmatism ». In *Philosophy and Cognitive Science, Royal Institute of Philosophy, Supplement no. 34*, édité par C. Hookway et D. Peterson, p. 1-17. Cambridge : Cambridge University Press.
- Van der Henst, J.-B. 2002a. « Contexte et Raisonnement ». In *Le raisonnement humain*, édité par G. Politzer, p. 271-305. Paris : Hermès.
- Van der Henst, J.-B. 2002b. « La perspective pragmatique dans l'étude du raisonnement et de la rationalité ». *L'Année Psychologique*, vol. 102, p. 65-108
- Wason, P. C. 1968. « Reasoning about a rule ». *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, vol. 20, p. 273-281.

- Wilkins, M. C. 1928. « The effect of changed material on the ability to do formal syllogisms ». *Archives of Psychology*, vol. 102.
- Woodworth, R. S. et S. B. Sells. 1935. « An atmosphere effect in syllogistic reasoning ». *Journal of Experimental Psychology*, vol. 18, p. 451–460.
-